



Análisis de prefactibilidad para la creación de una empresa de lavado ecológico de automóviles livianos a domicilio en la ciudad de Manizales, incorporando soluciones basadas en inteligencia artificial (IA)

Pre-feasibility analysis for establishing an eco-friendly mobile car wash company for light vehicles in the city of Manizales, incorporating AI-based solutions.

Alejandro Tabares Ospina

Manuel Felipe Castro Leal

Trabajo de grado para optar al título de magíster en Gerencia de Proyectos

Asesores docentes

Jorge Harley Guerrero Latorre

Samfir González Grajales

Universidad EAFIT

Escuela de Administración

Maestría en Gerencia de Proyectos

Sede Pereira

2025

Contenido

Resumen	8
Abstract	8
Introducción	10
Planteamiento del problema	12
Descripción del problema	12
Justificación	18
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos	20
Marco teórico-conceptual y antecedentes	22
Proyectos	22
Metodologías para la preparación y la evaluación de proyectos	26
Metodología de marco lógico (MML)	27
Metodología JICA	28
Metodología ZOPP	29
Metodología ONUDI	30
Inteligencia artificial	33
Modelo de negocio Canvas (BMC)	36
Definición del sector	39

Antecedentes	41
Diseño metodológico	45
Fuentes y técnicas para la recolección de información	46
Desarrollo del trabajo	48
Elementos clave de la propuesta de valor	48
CANVAS del modelo de negocio	48
Estudio del sector y del mercado de lavado de carros en Manizales	50
Análisis del sector	50
Análisis PESTEL	53
Cinco fuerzas de Porter	62
Matriz DOFA	66
Estudio de mercado	70
Análisis de las preferencias de los usuarios	72
Mercado objetivo	76
Proyección de la demanda	78
Estimación del precio	80
Definición de los recursos técnicos, tecnológicos y operativos	81
Estudio técnico	81
Tamaño óptimo del proyecto	81
Localización	82
Plataforma de IA y de agendamiento	84

Flujograma de procesos	84
Tecnología	85
Marco normativo ambiental y legal	87
Legislación comercial	87
Legislación tributaria	90
Razón y objeto social	93
Análisis ambiental	94
Cumplimiento de los parámetros para vertimientos puntuales	94
Autoridades ambientales	95
Sanciones y multas	96
Estructura organizacional	97
Enfoque estratégico	97
Estructura organizacional	97
Costos fijos de la estructura organizacional	99
Estudio financiero y de riesgos	100
Gasto de capital (CAPEX)	101
Participación de los inversionistas (equity)	103
Flujo de caja del proyecto	104
Indicadores financieros para la toma de decisiones	106
Estudio de riesgos	108
Identificación de riesgos	108

Mapa de riesgos	112
Tratamiento de los riesgos	113
Conclusiones	115
Recomendaciones	117
Referencias	118

Lista de figuras

Figura 1 Tiempo de lavado de un automóvil (%).....	15
Figura 2 Tiempo de lavado de una camioneta (%).....	15
Figura 3 Contexto de la iniciación de un proyecto.....	22
Figura 4 Tipos de evaluación por etapas durante el ciclo del proyecto.	29
Figura 5 Tasa de crecimiento (%) por actividad económica..	40
Figura 6 Estimación de crecimiento para mercado de lavado de carros..	41
Figura 7 Venta histórica de total de vehículos en unidades 2009-2024.....	52
Figura 8 Matrículas por áreas metropolitanas.....	52
Figura 9 Matriz DOFA para compañía de lavado ecológico a domicilio.....	70
Figura 10 Horario preferido para lavado a domicilio.....	73
Figura 11 Porcentaje de influencia por estrato.....	75
Figura 12 Análisis de precio (Van Westendrop).....	81
Figura 13 Distribución centro de operaciones.....	83
Figura 14 Flujograma para proceso operativo de Wash and GO	85
Figura 15 Estructura organizacional de Wash and GO	98
Figura 16 Distribución CAPEX	102
Figura 17 Flujo de caja neto	105
Figura 18 Flujo de caja neto con escenario post-covid.	105

Lista de tablas

Tabla 1 Estructura de la matriz de marco lógico..	27
Tabla 2 Recolección de información	46
Tabla 3 Canvas del modelo de negocio para Wash and GO.....	48

Tabla 4 Análisis PESTEL.....	61
Tabla 5 Valores de f_i , x_i para media aritmética.	78
Tabla 6 Costo de matrícula mercantil en Manizales 2025.....	89
Tabla 7 Soluciones para facturación electrónica en Colombia.	91
Tabla 8 Costos mensuales de plantilla de Wash and GO	100
Tabla 9. Análisis de sensibilidad	107
Tabla 10 Listado de riesgos identificados en operación de Wash and GO.....	111
Tabla 11 Mapa de riesgos	112
Tabla 12 Tratamiento de riesgos	113

Resumen

El presente análisis de prefactibilidad brinda elementos preliminares claves para la adecuada creación de una empresa de lavado ecológico de automóviles livianos bajo el modelo de prestación de servicio a domicilio en la ciudad de Manizales, acompañado de soluciones basadas en IA para la optimización de los procesos. Los responsables del presente estudio desarrollaron en diversas etapas las herramientas necesarias que permitieron identificar las características principales del sector del lavado de carros, las preferencias de los usuarios y todo el contexto legal, ambiental, técnico y organizacional requerido para brindar el esquema de mayor valor que fomente desarrollos financieros responsables. La metodología empleada para este estudio fue de tipo descriptiva, con un análisis de datos mixto bajo el referente de la metodología ONUDI, que ofrece la posibilidad de realizar un adecuado proceso de planeación y de garantizar una evaluación correcta del proyecto en la fase de prefactibilidad.

Palabras clave: Estudio de prefactibilidad, lavado ecológico, formulación de proyectos, metodología ONUDI, inteligencia artificial.

Abstract

This pre-feasibility analysis seeks to provide key preliminary elements for the proper creation of an eco-friendly car wash company for light vehicles under a home service delivery model in the city of Manizales, accompanied by AI-based solutions for process optimization. Those responsible for this study developed through various stages the necessary tools that allowed identifying the main characteristics of the car wash sector, user preferences and the entire legal, environmental, technical and organizational context required to provide the highest value scheme that promotes responsible financial developments. The methodology used for this study was descriptive with a mixed data analysis under the reference of the ONUDI methodology, which provided the

possibility to carry out an adequate planning process and thus guarantee a correct evaluation of the project at the pre-feasibility level.

Keywords: Pre-feasibility study, eco-friendly washing, project formulation, ONUDI methodology, artificial intelligence.

Introducción

El presente análisis de prefactibilidad pretende evaluar la viabilidad, en una etapa preliminar y previa a una inversión de capital significativa, de la creación de una empresa de lavado ecológico de automóviles livianos bajo el modelo de prestación de servicio a domicilio a lo largo del territorio de la ciudad de Manizales, acompañado de soluciones de procesos basadas en inteligencia artificial (IA). Se llevó a cabo siguiendo la metodología ONUDI en la planeación y el desarrollo de diferentes estudios. En primer lugar, se estableció el modelo de negocio CANVAS, que describe los aspectos relevantes de la operación de lavado ecológico y resalta la oportunidad que representan los socios claves de diferentes sectores (la academia, la venta y la distribución de vehículos, los alquileres, etc.). Por este motivo, se continuó con el desarrollo del estudio sectorial mediante las herramientas de análisis PESTEL, las cinco fuerzas de Porter y la matriz DOFA, que evidencian la importancia y el poder de cada uno de los grupos de interés.

Por su parte, los autores del presente análisis desarrollaron de manera conjunta el estudio de mercado con la implementación del instrumento básico de encuesta, que se analiza de manera descriptiva bajo medidas de tendencia y dispersión. De esta manera, no solo se obtiene un compendio de las preferencias de los usuarios en un sector altamente competitivo como el del lavado de carros, sino también una estimación clara del mercado objetivo de la compañía, seguido del estudio técnico que logra establecer de manera tangible las características del servicio, las oportunidades y las herramientas de optimización para la cadena logística requerida y sus bondades con respecto a la experiencia del cliente.

Sumado a lo anterior, se extrajeron todos los elementos clave del marco normativo en materia tributaria, comercial y ambiental para definir el modelo operativo que cumple con las exigencias establecidas por las entidades gubernamentales en el contexto del estudio legal para la operación de la compañía de lavado ecológico de vehículos en la ciudad de Manizales. Todo

esto se complementa con el desarrollo del estudio organizacional y el esquema de roles inmersos en la operación de la compañía de lavado ecológico a domicilio.

El análisis de prefactibilidad culmina con el desarrollo del estudio financiero que respalda la idea de negocio y cuantifica los flujos de efectivo que constituyen el respaldo ante los posibles riesgos y determinan la tasa de retorno esperada, minimizando la mortalidad del caso de negocio en una etapa temprana. Esto último se robustece con una clara gestión de los riesgos sumergidos en la atmósfera del proyecto, que subraya las acciones preventivas y de contingencia una vez estos riesgos se materializan.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

En la actualidad, la prima de riesgo país de Colombia registra un deterioro importante en lo transcurrido del presente año, con un valor total de 344 puntos básicos (pb) a corte de mayo, uno de los más altos de la región según El Portafolio (2025). Esta situación genera una baja expectativa de inversión extranjera y, con ello, un déficit generalizado en los ingresos derivados de las actividades económicas. Entre tanto, el pueblo colombiano subsiste bajo un panorama de contención del gasto en los hogares por las altas tasas de interés que, según el Banco de la República (2024), en octubre del 2024 fueron del 9,75 %, las cuales pretendían controlar la inflación y estabilizar la moneda local.

No obstante, en Colombia el parque automotor no ha dejado de crecer; según un informe de la ANDI y Fenalco (2024), en el 2024 se vendieron 200 953 vehículos nuevos, lo que representa un aumento interanual del 7,9 %. A nivel nacional, el incremento en la propiedad de vehículos impulsa directamente la demanda de servicios de lavado y mantenimiento automotriz (Firmansyah *et al.*, 2025). Este fenómeno también se evidenció de manera particular en Manizales, donde el parque vehicular se triplicó en 13 años, alcanzando alrededor de 117 153 vehículos livianos, y se registran cerca de 10 000 viajes en carro cada cinco minutos, lo que ha generado un notable crecimiento de los lavaderos locales (Caracol Radio, 2022; Redacción Vehículos, 2023).

La creciente ola de establecimientos de lavado no solo se constata en la ciudad de Manizales, sino que se refleja a lo largo de las principales ciudades del país. Google Maps, mediante la búsqueda específica, arroja alrededor de 4 100 lavaderos activos en las cinco principales ciudades de Colombia (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Pereira), con modelos

tanto tradicionales como ecológicos. Sin embargo, este crecimiento supone a su vez alertas en las autoridades ambientales debido a un mayor consumo de agua y un vertimiento irresponsable en cuencas hídricas, como consecuencia de las actividades de limpieza de vehículos. Actualmente, estos establecimientos emplean agua proveniente tanto del acueducto como de fuentes subterráneas y reservorios, adaptándose a las necesidades de un mercado en expansión y en búsqueda de prácticas más sostenibles.

En Indonesia, un estudio reveló que los métodos convencionales de lavado de autos consumen entre 100 y 190 litros de agua por vehículo, según el sistema empleado (Firmansyah *et al.*, 2025). En esa misma línea de investigación, otro estudio realizado en la ciudad de Bucaramanga, Colombia, concluye que se estima un volumen de entre 250 y 500 litros de agua para realizar el lavado general de un automóvil (García y González, 2022).

En este contexto, el auge del lavado ecológico de automóviles responde a la necesidad de eficiencia hídrica y sostenibilidad operativa, al integrar soluciones de producto-servicio que combinan el equipamiento y servicios inteligentes para optimizar el uso de los recursos y reducir el impacto ambiental del sector (Hänsch *et al.*, 2013).

Por su parte, la mayoría de los establecimientos de lavado de automóviles operan de forma tradicional y requieren que el usuario traslade su vehículo hasta un punto físico, asuma los retrasos propios del tráfico y espere el tiempo total que tarde el servicio, el cual está sujeto a la disponibilidad en el momento. Este modelo claramente carece de mecanismos o herramientas para reducir los tiempos muertos y optimizar los recursos, pues mantiene métodos que generan un escaso valor añadido para el cliente.

Ahora bien, durante la pandemia del covid-19 el trabajo remoto demostró que el ahorro en los desplazamientos libera horas que se pueden dedicar a los asuntos personales y mejora

la calidad de vida; además, incide de manera positiva tanto en la esfera familiar como en la productividad laboral (Bezak *et al.*, 2025). Es por ello por lo que trasladar el servicio de lavado de autos hasta la ubicación actual del vehículo puede ofrecer beneficios equivalentes, pues al eliminar el trayecto y la sala de espera, se optimiza el tiempo de los usuarios, se reducen los costos operativos y se abre la puerta a prácticas más sostenibles, como el uso eficiente del agua.

Las tareas rutinarias que actualmente realizan las personas, como llevar el auto al lavado, implican el uso del tiempo propio. Según Profeco (2023), el lavado completo de un vehículo suele tardar entre 10 minutos y 2 horas, dependiendo del servicio. También puede variar de acuerdo al tamaño del vehículo; como se observa en la figura 1, para un automóvil el tiempo esperado de lavado es de 21 a 30 minutos, y como se aprecia en la figura 2, para una camioneta el tiempo esperado es de 31 a 40 minutos. En la práctica, muchos lavaderos manuales promedian unos 20-40 minutos por auto, y a esto se suma el tiempo de traslado al establecimiento, por lo cual cada visita puede representar un promedio de 60-70 minutos. Y más allá de ello, si una persona lava su vehículo con una frecuencia mínima de 2 veces al mes, estaríamos hablando de aproximadamente 2 horas mensuales, es decir, 24 horas al año destinadas a una actividad simple de lavado del vehículo.

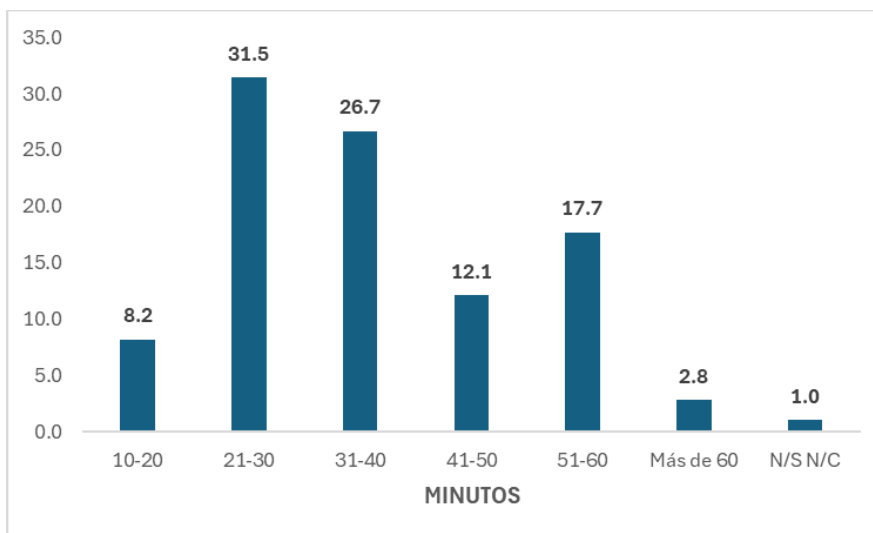


Figura 1
Tiempo de lavado de un automóvil (%)
Fuente: Profeco, 2023.

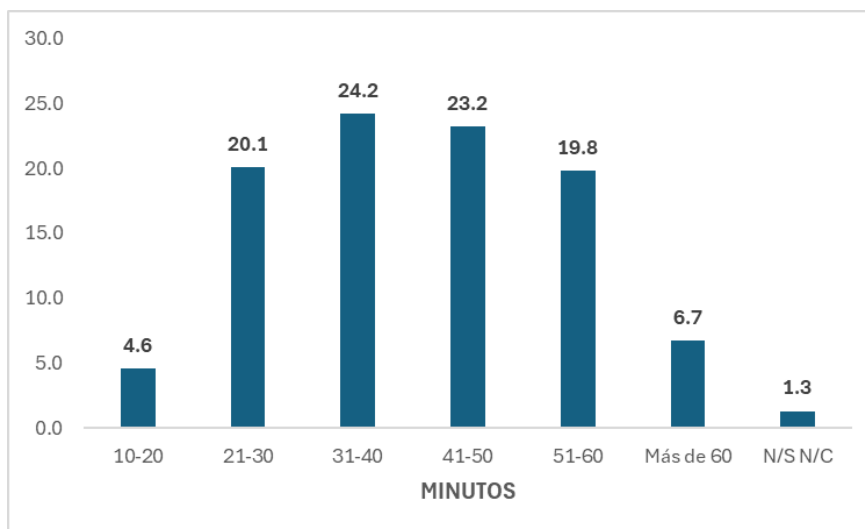


Figura 2
Tiempo de lavado de una camioneta (%)
Fuente: Profeco, 2023.

Teniendo en cuenta la optimización de los recursos para el lavado y el tiempo invertido en ello, se resalta la importancia de adoptar una cultura orientada hacia los datos como antecedente clave del éxito empresarial en la era digital. Ahora bien, actualmente la era digital

se empieza a ver enmarcada por la IA, con la cual se puede llegar a impulsar la satisfacción, la experiencia y la retención del cliente, mejorando diversos aspectos de la relación entre este y la empresa. La IA se utiliza para mejorar la toma de decisiones, optimizar las operaciones comerciales y personalizar las experiencias de los clientes (Yaiprasert y Hidayanto, 2024).

Los modelos de IA, como las redes neuronales, pueden predecir el comportamiento del cliente y la probabilidad de abandono analizando datos de insatisfacción y deslealtad para determinar quiénes son más propensos a dejar de usar los servicios de la empresa, lo que permite tomar medidas proactivas para retenerlos (Thangeda *et al.*, 2024). Al mismo tiempo, la IA procesa la información de los clientes para ofrecer recomendaciones personalizadas y mejorar la satisfacción general mediante sistemas que sugieren productos o servicios ajustados a sus preferencias y a su historial de pedidos, y que incluso permiten adaptar los menús y los servicios a sus gustos individuales (Yaiprasert *et al.*, 2024).

La combinación de lo revisado evidencia la oportunidad de mejorar el servicio de lavado de carros en diversos aspectos, tanto ambientales como operativos, y de esta manera surge como propuesta de negocio la creación de un servicio de lavado ecológico de vehículos a domicilio en la ciudad de Manizales, incorporando soluciones basadas en IA para optimizar la gestión operativa y mejorar la experiencia del cliente. Esta propuesta satisface la creciente demanda de opciones prácticas y sostenibles, en sintonía con las tendencias globales de tecnología, ahorro de agua y reducción del impacto ambiental.

La integración de IA podría mejorar la experiencia del cliente al ofrecer un servicio personalizado y eficiente. Por ejemplo, mediante el análisis de datos, se podrían predecir las preferencias de los clientes, programar citas automáticamente en horarios convenientes y ofrecer recomendaciones basadas en el historial de servicios. Finalmente, la IA facilitaría la gestión

operativa del negocio, permitiendo una asignación más eficiente de los recursos y una respuesta proactiva ante posibles incidencias.

Justificación

En el contexto empresarial colombiano, según la Cámara de Comercio de Bogotá, en Colombia se crean aproximadamente 250 000 empresas al año, pero 75 de cada 100 fracasan en sus primeros tres años (La República, 2024). Aunque muchos emprendedores consideran que poseen ideas innovadoras o con sólida experiencia técnica, no cuentan con una base conceptual financiera, legal, ni un análisis riguroso del mercado y las tendencias actuales, una carencia que acaba por cerrar proyectos antes de que demuestren su verdadero potencial.

Dado que la fase de prefactibilidad en un proyecto permite evaluar los factores clave para el éxito de un emprendimiento basado en estudios técnicos, comerciales, financieros y legales, su desarrollo resulta esencial con el fin de reducir los riesgos y mejorar la toma de decisiones. En un entorno tan competitivo y dinámico como el colombiano, contar con este tipo de análisis facilita identificar las oportunidades, anticipar los obstáculos y diseñar las estrategias más efectivas.

El estudio de prefactibilidad que aquí se presenta reúne todos los elementos de análisis necesarios para llevar a cabo un juicio concluyente que defina si es conveniente o no continuar con la propuesta de negocio, refiriéndose al lavado ecológico de vehículos a domicilio en Manizales con el apoyo de la IA. Además de examinar el mercado, los costos operativos y las proyecciones financieras, presta atención a los aspectos ambientales y tecnológicos. Así, se establecen las bases para un modelo de negocio sostenible, innovador y capaz de adaptarse a los cambios del mercado.

Para la implementación de un proyecto, en este caso la creación de una empresa, es necesario tener en cuenta todo el ciclo de vida, iniciando por la idea, continuando luego con el perfil, la prefactibilidad, la factibilidad, la viabilidad y, finalmente, la etapa de inversión (Gómez y Díaz, 2015). El desarrollo prudente y sensato de estas etapas garantiza una mayor probabilidad de éxito, motivo por el cual es imperativo formular el estudio de prefactibilidad para la creación

de una empresa de lavado ecológico de carros a domicilio en la ciudad de Manizales, incorporando soluciones basadas en IA.

Objetivos

Objetivo general

Realizar un análisis de prefactibilidad para la creación de un proyecto de lavado de vehículos livianos a domicilio en la ciudad de Manizales, aplicando soluciones basadas en IA.

Objetivos específicos

- Identificar los elementos clave que constituyen una propuesta de valor atractiva para los clientes potenciales del servicio de lavado de vehículos a domicilio.
- Elaborar el estudio del sector y del mercado de lavado de carros en la ciudad de Manizales.
- Definir los recursos técnicos, tecnológicos y operativos necesarios para la puesta en marcha y la operación de un lavadero de carros a domicilio, incluyendo la integración de IA en los procesos.
- Establecer la estructura organizacional para la empresa de lavado de carros junto con la definición de roles y responsabilidades dentro del marco de buen gobierno.
- Identificar el marco normativo ambiental aplicable a la operación de un servicio de lavado de vehículos a domicilio en la ciudad de Manizales, con el fin de garantizar su cumplimiento legal y regulatorio.

- Elaborar el estudio financiero y de riesgos, por medio de la construcción del flujo de caja neto del proyecto y del inversionista para analizar los diferentes indicadores que justifiquen la sostenibilidad del presente proyecto.

Marco teórico-conceptual y antecedentes

Proyectos

El Project Management Institute (2017) define un proyecto como el esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, un servicio o un resultado único, y los proyectos pueden ser independientes o formar parte de un programa o portafolio (Project Management Institute, 2021). Los proyectos se inician para aprovechar oportunidades de negocio alineadas con las metas estratégicas de una organización, el ingreso a un mercado o la solución a una problemática, y culminan con la producción de un entregable según los objetivos que se hayan planteado para dicho proyecto, teniendo en cuenta que tal entregable puede tomar la forma de un producto, un servicio o un resultado único. Según el Project Management Institute (2017), los proyectos involucran bien sea la creación, la mejora o la reparación de lo existente en lo que respecta a productos, procesos o servicios, así como a la implementación de cambios en estrategias o modelos de negocio, tal como se ilustra en la figura 3.

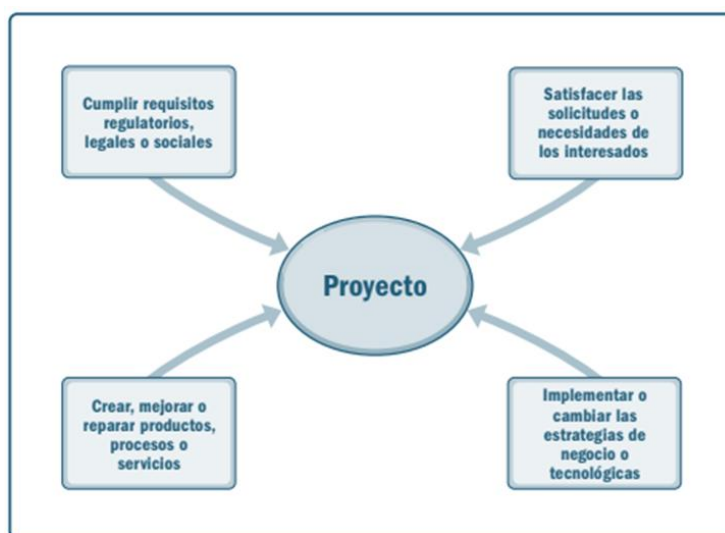


Figura 3
Contexto de la iniciación de un proyecto
Fuente: Project Management Institute, 2017.

A partir de esa definición y del entendimiento de los proyectos, resulta indispensable conocer su estructura interna. El ciclo de vida de un proyecto comprende las etapas que este atraviesa desde su inicio hasta su cierre, y proporciona un marco de referencia esencial para su planificación, su ejecución y su control. Cada etapa, o fase, agrupa actividades relacionadas que conducen a la entrega de resultados o productos específicos, y puede organizarse de forma secuencial, iterativa o superpuesta, según las características del proyecto y las necesidades de la organización (Project Management Institute, 2017). De forma genérica, este ciclo de vida se descompone en las siguientes cuatro grandes fases:

- **Inicio del proyecto:** Se elabora el acta de constitución y se establecen los criterios de éxito y los requisitos de aprobación.
- **Formulación y preparación:** Se definen el equipo, los recursos y el plan de dirección del proyecto.
- **Ejecución del trabajo:** Se lidera y se desarrolla el trabajo previsto, implementando los cambios aprobados para alcanzar los objetivos establecidos.
- **Cierre del proyecto:** Se finalizan todas las actividades, se entregan los resultados y se formaliza la clausura.

El nivel de costo y de personal es bajo al inicio, aumenta progresivamente durante la ejecución y cae rápidamente al acercarse el cierre. Más allá de esta estructura genérica, las fases pueden recibir denominaciones específicas según la naturaleza del proyecto, como desarrollo conceptual, estudio de viabilidad, diseño, construcción, pruebas, entre otros, y adaptarse de forma secuencial, iterativa o superpuesta según las características del encargo y las necesidades de la organización. Cada fase puede definirse además mediante atributos como el nombre, el número, la duración, los requisitos de recursos, los criterios de entrada y los criterios de salida, lo que garantiza un control riguroso y la calidad de los entregables (Project Management Institute, 2017).

Con esta visión global del ciclo de vida, resulta indispensable profundizar en cada etapa. En particular, la fase de planificación, que es equivalente en términos generales a la etapa de preinversión, se concibe como un proceso de adquisición de certidumbre antes de comprometer recursos sustanciales en la inversión o la ejecución (Gómez y Díaz, 2015). Aquí se analizan con rigor las condiciones técnicas, financieras, ambientales y de comercialización, definiendo el alcance del proyecto y trazando el curso de acción que guiará las siguientes fases. La precisión de las conclusiones y la correcta interpretación de los estudios realizados son determinantes para asegurar que las decisiones de inversión maximicen las probabilidades de éxito (Aguilera *et al.*, 2021). Para ello, se desarrollan tres subetapas convencionales que buscan reducir progresivamente la incertidumbre:

Estudio de oportunidad: Identifica las necesidades insatisfechas, la ubicación geográfica y los beneficios potenciales del proyecto, basándose en experiencias similares.

Estudio de prefactibilidad: Analiza las alternativas viables mediante evaluaciones técnicas, económicas y ambientales preliminares, descartando las opciones no sostenibles.

Estudio de factibilidad: Profundiza en la alternativa seleccionada, con análisis detallados que reducen la incertidumbre a márgenes aceptables ($\pm 10\%$) para respaldar la toma de decisiones (Aguilera *et al.*, 2021).

Cada subetapa implica costos asociados al grado de detalle requerido: a mayor profundidad en los estudios, mayor inversión en recursos, pero menor riesgo de errores en la ejecución. La decisión de avanzar a la siguiente fase depende de un análisis costo-beneficio, en el que se evalúa si los gastos para reducir la incertidumbre justifican los beneficios esperados (Aguilera *et al.*, 2021).

Los estudios clave que se realizan para determinar la viabilidad de un proyecto son el análisis del entorno y sectorial, el estudio de mercado, el técnico, el organizacional, el legal, el ambiental (si aplica), el financiero y el de riesgos. Estos se ejecutan en los tres niveles

mencionados, pero con diferentes grados de precisión; por ejemplo, en el estudio de oportunidad, el análisis de mercado se puede basar en datos secundarios y estimaciones generales, mientras que en la etapa de factibilidad se emplean encuestas primarias y modelos predictivos (Gómez y Díaz, 2015).

Entre los niveles mencionados, la prefactibilidad es un eslabón crucial en el ciclo de vida de un proyecto, ya que actúa como puente entre la identificación inicial de oportunidades y el análisis exhaustivo de la factibilidad. Aquí, se validan las alternativas adecuadas técnicamente y se priorizan aquellas con mayor rentabilidad y alineación estratégica. Su objetivo es evitar las inversiones en estudios detallados de proyectos inviables, optimizando así los recursos y seleccionando la opción más conveniente según los criterios de prefactibilidad (Departamento Nacional de Planeación, 2023). Para apoyar la toma de decisiones se realizan estudios como el financiero, que permite proyectar los flujos de caja y evaluar la rentabilidad. Los demás estudios que se realizan en la prefactibilidad son el estudio de mercado, el análisis de riesgos, los aspectos legales y fiscales, el estudio técnico y el estudio organizacional (Gómez y Díaz, 2015).

Como resultado de la fase de prefactibilidad, se pueden tomar varias decisiones: reformular el proyecto, postergarlo, descartarlo o continuar con la fase de factibilidad. La decisión de continuar a la fase de factibilidad se toma solamente una vez que se haya seleccionado la alternativa que dé solución y que por sus características presente el mayor potencial de éxito (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

En resumen, la prefactibilidad es una fase de análisis y selección que permite evaluar la viabilidad de un proyecto con base en información secundaria, definiendo la mejor alternativa y decidiendo si es pertinente pasar a la fase de factibilidad, ajustarlo, postergarlo o descartarlo. Es un paso esencial para minimizar los riesgos y tomar decisiones informadas antes de invertir recursos significativos en la ejecución de un proyecto (Franco y Montoya, 2012).

A partir de los resultados obtenidos en la fase de prefactibilidad, resulta fundamental seleccionar y adaptar la metodología de evaluación más adecuada al contexto identificado. Tal como lo señala el Project Management Institute (2017), no existe un único conjunto de prácticas que funcione para todos los proyectos; por ello, la metodología elegida debe personalizarse en función de los objetivos definidos en la prefactibilidad, las características del entorno y las expectativas de los interesados (Project Management Institute, 2021; Haass y Guzmán, 2020). De este modo, la estructura genérica de los estudios de mercado, el análisis técnico y el de riesgos, propia de la prefactibilidad, se integra dentro de un marco metodológico flexible que garantiza un proceso de factibilidad preciso y alineado con la realidad específica del proyecto.

Metodologías para la preparación y la evaluación de proyectos

Las metodologías de preparación y evaluación de proyectos representan marcos de trabajo que guían el curso o el desarrollo de los proyectos, en procura de identificar claramente la necesidad de la cual emerge una aparente oportunidad, los objetivos a trazar, el bosquejo de una solución y finalmente los recursos necesarios para dar forma al proyecto. Ahora bien, en el caso específico de un estudio de prefactibilidad como el presente trabajo, las metodologías de preparación y evaluación de proyectos que brindan un mayor apoyo al caso de estudio son la metodología de marco lógico (MML), la metodología JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Japón), la metodología ZOPP y la metodología ONUDI.

A continuación, se expone brevemente el contexto de cada una de las metodologías con base en sus principales elementos, para identificar los principales rasgos y de esta manera reconocer la estructura de mayor valor para una adecuada evaluación de prefactibilidad en el proyecto de conformación de una empresa, tal como pretenden los autores de este trabajo.

Metodología de marco lógico (MML)

La MML hace referencia a un método para la planificación y la evaluación de proyectos, creado en el año 1969 y desarrollado por Practical Concepts Incorporated para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) (Crawford y Bryce, 2003).

Según Crawford y Bryce (2003), el enfoque de marco lógico se utiliza ampliamente como una herramienta para el diseño y la evaluación de proyectos, y se ha convertido en un requisito previo para la financiación de un gran centenar de agencias donantes bilaterales y multilaterales. El resultado de usar el enfoque de marco lógico es una matriz de 5 x 4 (comúnmente conocida como *marco lógico*) que constituye una herramienta para analizar y presentar estrategias de proyectos tal como se evidencia en el contenido de la tabla 1.

Tabla 1
Estructura de la matriz de marco lógico
Fuente: Elaboración propia.

Jerarquía de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin			
Propósito			
Componentes			
Actividades			

Cabe resaltar que el establecimiento de supuestos añade de manera directa el componente de incertidumbre que acompaña los proyectos y que comúnmente está fuera de la injerencia de quienes formulan y desarrollan el proyecto. Dichos supuestos pueden presentarse en diferentes grados, y es así como el éxito del proyecto y los indicadores financieros pueden tomar un rumbo diferente.

Metodología JICA

En 1974 surge la agencia oficial de la cooperación técnica del Gobierno japonés, que desarrolla la metodología JICA, reconocida como una herramienta de gestión orientada hacia la mejora continua, la rendición de cuentas y el fortalecimiento de las capacidades tanto en la organización como en los países receptores. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés, Japan International Cooperation Agency) es una institución especializada del Gobierno japonés que promueve la cooperación internacional como instrumento para apoyar el desarrollo sostenible de los países socios. Entre sus múltiples funciones se destacan el diseño, la ejecución y la evaluación de proyectos y programas de asistencia oficial para el desarrollo (ODA, por sus siglas en inglés) (JICA, 2004). La metodología JICA abarca todas las fases del ciclo del proyecto, desde la evaluación *ex ante*, hasta la de medio término, la final y la *ex post*, e integra criterios de evaluación estandarizados por el Comité de Ayuda al Desarrollo (CAD) de la OCDE: relevancia, eficacia, eficiencia, impacto y sostenibilidad (JICA, 2004).

A lo largo del desarrollo de las 4 fases mencionadas anteriormente, la JICA plantea en su guía publicada en septiembre de 2004 un compendio de evaluaciones que permiten, en principio, estudiar la importancia del proyecto y si realmente es necesario. Posteriormente, evalúa los logros y el avance del proyecto; de esta manera, se evidencia la eficiencia lograda hasta el momento y, de ser necesario, se proponen correcciones. En la evaluación final cobra relevancia una característica importante de los proyectos conocida como sustentabilidad, al determinar si el resultado esperado cumple con las expectativas o si es necesario ampliar el horizonte del proyecto. Finalmente, la evaluación *ex post*, ubicada en un tiempo o un periodo posterior a la finalización y el cierre del proyecto, se orientada para evaluar y cuantificar en la medida de lo posible el impacto que ha tenido el desarrollo del proyecto (JICA, 2004).

El método ZOPP se basa en una planificación estructurada y participativa para la formulación de proyectos, asegurando la claridad en los objetivos y la cooperación entre las partes interesadas. Sus principales objetivos incluyen la definición realista de metas, la mejora en la comunicación y la responsabilidad del equipo del proyecto, así como el establecimiento de indicadores de seguimiento y evaluación; entre sus principios fundamentales se destacan el consenso entre los involucrados, el análisis de las causas y los efectos de los problemas, y la participación de todos los actores (Fernández, 1989).

Fernández (1989) explica que el método ZOPP sigue una planificación por pasos sucesivos y documentados, con un enfoque interdisciplinario. Para su aplicación se deben desarrollar diez etapas clave, desde la identificación de los actores y el análisis de los problemas, hasta la evaluación de las alternativas y la formulación de los indicadores de éxito. Además, se construye una matriz de planificación del proyecto que resume los objetivos, las actividades, los resultados esperados y los factores externos críticos. Esta metodología también considera aspectos financieros, de viabilidad y de gestión de riesgos, asegurando que el diseño del proyecto sea realista y sostenible.

El método ZOPP proporciona un enfoque estructurado y flexible para la planificación de proyectos, garantizando un proceso participativo y alineado con las necesidades del contexto, lo que permite tomar decisiones informadas y mejorar la efectividad en la ejecución de las iniciativas.

Metodología ONUDI

La ONUDI es un organismo plenamente autónomo desde el 1 de enero de 1986, el cual opera fomentando la cooperación entre los países industrializados y los países en desarrollo. Este organismo desarrolló la ampliamente conocida metodología ONUDI, diseñada como un estándar general, ordenado, confiable y sistemático para la elaboración de proyectos. Franco y

Montoya (2012) explican que su objetivo principal es promover y acelerar el desarrollo industrial en los países en desarrollo y las economías en transición, mejorando las condiciones de vida en los países más pobres. Esta metodología se enfoca en el proceso de planeación.

La metodología ONUDI se estructura en tres fases principales del ciclo de vida del proyecto (Franco y Montoya, 2012):

- Fase de preinversión: Se enfoca en la elaboración de estudios que determinan la viabilidad del proyecto. Incluye el análisis del entorno y sectorial, el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio organizacional, los aspectos fiscales y legales, los aspectos ambientales y la evaluación financiera. En esta fase se distinguen tres niveles de estudio: el estudio de las oportunidades, el estudio de prefactibilidad y el estudio de factibilidad. Estos estudios abordan los mismos aspectos del proyecto, pero con diferentes niveles de profundidad y de precisión de la información.
- Fase de inversión o ejecución: Comprende el montaje físico y las actividades necesarias para poner en marcha el proyecto. Esto incluye, por ejemplo, la adquisición de terrenos, obras en construcción e instalación, la contratación y la capacitación del personal, y las adquisiciones tecnológicas. El uso de herramientas como el diagrama de Gantt, CPM o PERT es importante para la gestión del cronograma de actividades.
- Fase de operación: Comienza cuando el proyecto está en marcha y genera beneficios. Se enfoca en la producción, los planes de venta, la comercialización y la distribución. Inicialmente, el proyecto puede generar pérdidas, pero se espera recuperar la inversión y generar utilidades en el mediano plazo.

La metodología ONUDI también considera el horizonte del proyecto, que es el período en el que se enmarcan los flujos de caja para la evaluación financiera y se definen las fases de

preoperación, operación y cierre. La fase de preoperación incluye los estudios de apoyo que permiten decidir si el proyecto se ejecuta, se posterga o se abandona (Franco y Montoya, 2012).

Es importante destacar que la metodología ONUDI se basa en la recopilación de información para la toma de decisiones. Una mejor recopilación de información reduce el riesgo en la implementación.

En pocas palabras, tomando en consideración los principales aspectos de cada una de las metodologías y entendiendo claramente las bondades que emergieron en el transcurrir de los años, frente al desarrollo de un estudio de prefactibilidad se considera oportuna la metodología ONUDI como marco de trabajo principal. Esta selección responde a varias razones clave: en primer lugar, su énfasis en la fase de preinversión, con niveles de análisis que van desde la identificación de oportunidades hasta el estudio de factibilidad detallado, coincide perfectamente con los objetivos del proyecto, puesto que se requiere asegurar la sustentación técnica, financiera y organizacional antes de comprometer recursos significativos.

En segundo lugar, ONUDI ofrece un enfoque sistemático y estandarizado, lo cual facilita la comparación de resultados y aporta rigor a la recopilación de información, reduciendo así los riesgos asociados a decisiones basadas en datos incompletos o poco confiables. Además, al estar diseñada para promover el desarrollo industrial en economías en transición, esta metodología aporta herramientas específicas para evaluar el entorno sectorial y las condiciones locales, como los aspectos fundamentales en la creación de una empresa de lavado de carros a domicilio con valor agregado de IA. Finalmente, aunque no menos importante que todo lo anterior, esta metodología demuestra una alineación con los estándares internacionales, y su trayectoria en proyectos con un alcance similar garantiza que los entregables del estudio cumplan con los criterios de calidad y aceptabilidad ante los patrocinadores y las entidades reguladoras.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) se define como el estudio de agentes que reciben percepciones del entorno y realizan acciones, donde cada agente implementa una función que mapea las secuencias de percepciones a acciones (Russell y Norvig, 2022). El primer trabajo generalmente reconocido como IA fue realizado en 1943 por Warren McCulloch y Walter Pitts, quienes se inspiraron en el modelado matemático de redes neuronales, la lógica proposicional y la teoría de la computación de Turing. Propusieron de esta manera un modelo de neuronas artificiales y sugirieron que las redes definidas adecuadamente podrían aprender (Russell y Norvig, 2022). El Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence de 1956 también es un evento fundacional, con la conjetura de que todo aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, describirse con tanta precisión que se puede hacer una máquina para simularlo. Los proponentes buscaban la manera de hacer que las máquinas usaran el lenguaje, formaran abstracciones y conceptos, resolvieran problemas reservados para los humanos y se mejoraran a sí mismas (McCarthy *et al.*, 1955).

En pocas palabras, el trabajo de la IA consiste en diseñar un programa agente que implemente un mapeo de secuencias de percepciones a acciones, ejecutándose en una arquitectura agente con sensores y actuadores físicos. El desafío clave es escribir programas pequeños que produzcan un comportamiento racional en lugar de depender de vastas tablas precalculadas (Russell y Norvig, 2022).

La IA posee algunas subáreas o ramas, entre las cuales se encuentra el aprendizaje automático (ML, por sus siglas en inglés, *machine learning*), el cual permite que un agente mejore su rendimiento después de realizar observaciones sobre el mundo, lo que puede implicar aprender reglas condición-acción, reconocer patrones, aprender los efectos de las acciones o aprender componentes de una función de utilidad. El objetivo del aprendizaje es encontrar un

modelo y sus parámetros correspondientes de manera que el predictor resultante funcione bien con datos no vistos. Hay diferentes enfoques para el aprendizaje automático, incluyendo la minimización del riesgo empírico, el principio de máxima verosimilitud y el modelado probabilístico (Deisenroth *et al.*, 2020).

El procesamiento del lenguaje es una de las grandes características de la IA, y es lo que ha permitido que aumente la presencia de los *chatbots*, los cuales son programas informáticos que simulan la conversación humana con un usuario final; aunque no todos los *chatbots* están equipados con inteligencia artificial, tal como lo expresa IBM (2025). En la actualidad se evidencia la presencia de diversos *chatbots* que emplean técnicas de IA conversacional como el procesamiento del lenguaje natural (PLN). De esta manera, los *chatbots* están en la capacidad de interactuar en un lenguaje entendible para el usuario, además de que garantizan una disponibilidad 24/7 para el suministro de información y finalmente promueven la personalización debido a que adaptan las respuestas según el usuario, luego del análisis de datos previamente sustraídos de breves preguntas en el desarrollo de la conversación. Lo anterior constituye una herramienta de gran valor para la automatización de las tareas repetitivas y la respuesta de preguntas frecuentes sin necesidad de la intervención humana o la investigación manual (IBM, 2025).

Además de potenciar la automatización y la personalización que brindan los *chatbots*, la IA cumple en el recorrido del cliente cuatro funciones clave: analizar, diseñar, enganchar y guiar, lo que en conjunto mejora la eficiencia de las actividades de gestión y eleva la satisfacción del usuario (Chen y Prentice, 2024).

Inicialmente, analizar implica recopilar y procesar datos de múltiples fuentes como las actividades de búsqueda, el historial de pedidos, la geolocalización y las respuestas en tiempo real, para identificar tendencias, segmentar audiencias y anticipar posibles problemas o necesidades. Este análisis avanzado sirve de puente entre la mera recopilación de información

y la definición de estrategias, pues cierra la brecha entre los datos fríos y el diseño de experiencias memorables. A partir de esos conocimientos, la IA puede diseñar soluciones personalizadas mediante la personalización impulsada por IA, las cuales caracterizan los perfiles de los clientes, y se predice su comportamiento, de forma que cada interacción, oferta o recomendación se ajuste a sus preferencias y motivaciones (Chen y Prentice, 2024).

La función de enganchar consiste en mantener al cliente conectado con la marca a lo largo de todo el ciclo de compra: desde los mensajes y las notificaciones contextualizadas hasta el contenido dinámico y relevante que capta su atención y refuerza la propuesta de valor. Esta conexión continua favorece el aumento de los ingresos, el fortalecimiento de la confianza y la lealtad del usuario. Por último, guiar significa acompañar y satisfacer al cliente en cada etapa, antes, durante y después de la compra, garantizando un servicio ágil, coherente y eficiente (Chen y Prentice, 2024). Al combinar estas cuatro funciones, la IA no solo optimiza los procesos internos y reduce los errores, sino que, sobre todo, ofrece una experiencia de cliente de alto valor, personalizada, predictiva y alineada con los objetivos estratégicos de la empresa.

De forma complementaria, y particularmente en los modelos de suscripción, en los que retener a un cliente existente resulta más económico que captar a uno nuevo, la IA extiende su aporte estratégico más allá de guiar la experiencia: al analizar el valor de cada suscriptor, puede optimizar la asignación de recursos y priorizar la atención a quienes ofrecen mayor rentabilidad o presentan mayor riesgo de abandono. Este enfoque proactivo refuerza la lealtad, pues al anticipar las necesidades y responder con rapidez se incrementa la satisfacción del cliente, lo que se traduce en solicitudes de servicio recurrentes y, por ende, en una mayor retención. Además, la automatización de los procesos y la optimización operativa impulsadas por IA acortan los tiempos de respuesta y minimizan los errores, elevando la comodidad del suscriptor y consolidando un ciclo virtuoso en el que la eficiencia interna se refleja de manera directa en la fidelización del usuario (Biswas *et al.*, 2024).

Más allá de sus aplicaciones visibles en los procesos empresariales, la IA también tiene un impacto estructural en la productividad total de los factores (PTF), la cual representa la eficiencia con la que se combinan los insumos productivos para generar valor. A diferencia de la productividad laboral o del capital de forma individual, la PTF refleja la capacidad del sistema económico para transformar los recursos en resultados económicos sostenibles, gracias al progreso tecnológico, la innovación organizacional y el aprendizaje colectivo (Chou *et al.*, 2014).

Diversos estudios han demostrado que la IA, como tecnología transversal, contribuye significativamente a mejorar la PTF mediante dos mecanismos principales: las externalidades inducidas por las tecnologías de red y las innovaciones apalancadas en tecnologías de la información (TI). Las externalidades tecnológicas surgen cuando las inversiones en IA realizadas por una organización generan beneficios indirectos para sus socios estratégicos, clientes o proveedores, a través del intercambio de datos, las plataformas colaborativas o la integración de cadenas de suministro. De esta forma, la productividad individual se convierte en una externalidad positiva a nivel de red, generando sinergias que van más allá del simple uso de capital o trabajo (Chou *et al.*, 2014). En conjunto, la inteligencia artificial no solo mejora la eficiencia operativa inmediata, sino que también aumenta estructuralmente la productividad de los factores mediante transformaciones profundas en la forma en que se organiza y se gestiona el trabajo, se asignan los recursos y se generan las capacidades dinámicas de adaptación e innovación.

Modelo de negocio CANVAS (BMC)

El modelo de negocio CANVAS, ampliamente conocido como BMC (por sus siglas en inglés, Business Model CANVAS), desarrollado por Osterwalder y Pigneur (2010), es una herramienta estratégica que permite diseñar, evaluar y comunicar modelos de negocio de

manera visual y estructurada. Su utilidad radica en sintetizar la lógica de creación, entrega y captura de valor en nueve bloques interconectados (Osterwalder *et al.*, 2014):

- **Segmentos de clientes:** Grupos específicos a los que se dirige la propuesta de valor.
- **Propuesta de valor:** Soluciones únicas que resuelven problemas o satisfacen necesidades de los clientes.
- **Canales:** Vías para entregar la propuesta de valor e interactuar con los clientes.
- **Relaciones con clientes:** Tipos de interacciones establecidas (personalizadas, automatizadas, etc.).
- **Flujos de ingresos:** Mecanismos de monetización y estructura de precios.
- **Recursos clave:** Activos esenciales para operar (humanos, tecnológicos, financieros).
- **Actividades clave:** Acciones críticas para ejecutar la propuesta de valor.
- **Socios clave:** Alianzas estratégicas para optimizar los recursos y reducir los riesgos.
- **Estructura de costos:** Gastos asociados a la operación del modelo.

El BMC es particularmente relevante para los emprendimientos innovadores, como la propuesta de lavado ecológico de automóviles a domicilio, puesto que exalta la propuesta de valor al vincularla directamente con las necesidades identificadas en el estudio de mercado, facilita la alineación estratégica entre recursos, actividades y expectativas de los socios, asegurando la coherencia operativa, y permite iteraciones ágiles para ajustar el modelo ante los cambios en el entorno (Osterwalder *et al.*, 2014).

El modelo de negocio CANVAS proporciona claridad y enfoque en torno a la propuesta de valor, permitiendo visualizar de manera integral cómo se articula la sostenibilidad del modelo

de negocio, y al evitar una inmersión prematura en los detalles operativos, facilita un pensamiento holístico que potencia la comprensión estratégica del emprendimiento. Además, actúa como una estructura para la exploración, ya que permite probar y validar hipótesis relacionadas con la propuesta de valor, identificar oportunidades latentes y anticipar desafíos potenciales (Osterwalder y Pigneur, 2010). Esta capacidad exploratoria resulta especialmente valiosa en etapas tempranas del desarrollo empresarial, en las que la flexibilidad y la capacidad de adaptación son fundamentales.

Una de sus fortalezas principales es su naturaleza visual, que convierte supuestos implícitos en representaciones explícitas, lo que permite alinear la propuesta de valor con las necesidades reales del mercado, facilita las discusiones estratégicas y da pie a adaptaciones ágiles (Osterwalder y Pigneur, 2010). De hecho, visualizar el modelo en un solo lienzo contribuye a su comprensión y su análisis, lo cual sería complejo si se tratara de describir únicamente mediante texto.

Desde el punto de vista de la comunicación, el CANVAS es altamente eficaz, su diseño simplificado y estructurado facilita compartir el modelo con miembros del equipo, aliados estratégicos, posibles inversionistas o entes financiadores. Contar la historia del modelo de negocio a través del CANVAS mejora su comprensión y su credibilidad (Osterwalder y Pigneur, 2010).

En cuanto al análisis y la evaluación, esta herramienta permite observar cómo los cambios en uno de sus bloques pueden impactar el resto del sistema, lo que lo convierte en una plataforma útil para la toma de decisiones.

El BMC es ampliamente reconocido como un instrumento central para fomentar la innovación en los modelos de negocio, ya que permite cuestionar los esquemas tradicionales y

diseñar alternativas disruptivas que respondan a dinámicas cambiantes del entorno, generando ventajas competitivas sostenibles (Osterwalder y Pigneur, 2010).

Definición del sector

En el marco de la definición del sector en el cual se enfocará el estudio de prefactibilidad, según la Cámara de Comercio de Bogotá, la actividad económica de interés se encuentra clasificada en la clase 4520 del Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), bajo la descripción “Mantenimiento y reparación de vehículos automotores”. Esta clasificación incluye actividades como el lavado y el encerado de vehículos. Además, es importante destacar que el enfoque de la empresa se centra en la prestación de servicios, lo que permite abordar este sector desde una perspectiva más amplia y cuantificable.

En esa misma línea, el producto interno bruto (PIB) del país nos permite cuantificar el valor de los bienes y servicios que se producen durante el periodo de interés a lo largo del territorio colombiano. Según los resultados oficiales del DANE a corte del tercer trimestre de 2024, el PIB experimentó un crecimiento total del 2 % frente al mismo periodo del año anterior (figura 5), impulsado en gran medida por el sector de los servicios, que exhibe un crecimiento del 14,1 % frente al 2023, siendo la actividad de mayor crecimiento luego de la agricultura, la ganadería, la caza, la silvicultura y la pesca.

Desde una perspectiva macro del sector y el contexto del mercado objetivo para el estudio de prefactibilidad de la creación de una empresa de lavado ecológico de carros, se cuenta con una estimación alentadora con respecto al crecimiento del sector global de lavado de vehículos, con cifras tentativas de crecimiento de alrededor del 3,60 % anual, con proyección hasta el 2030 según el análisis y las investigaciones de la compañía Data Bridge Market Reserch (s. f.) (figura

6), que se especializa en la aplicación de inteligencia de mercados para brindar soluciones de crecimiento y expansión a sus diferentes clientes.

Tasas de crecimiento (%) anual, año corrido y trimestral en volumen¹ por actividad económica 2024^{pr} tercer trimestre

Actividad económica	Serie original		Serie ajustada por efecto estacional y calendario
	Anual	Año corrido	Trimestral
	2024 ^{pr} - III / 2023 ^{pr} - III	2024 ^{pr} / 2023 ^{pr}	2024 ^{pr} - III / 2024 ^{pr} - II
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	10,7	8,9	2,5
Explotación de minas y canteras	-7,1	-4,1	-2,1
Industrias manufactureras	-1,3	-2,8	0,2
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado ²	1,0	2,7	-0,2
Construcción	4,1	2,4	-0,2
Comercio al por mayor y al por menor ³	1,0	0,2	0,3
Información y comunicaciones	0,8	-0,9	1,2
Actividades financieras y de seguros	4,4	0,9	1,5
Actividades inmobiliarias	2,0	1,9	0,5
Actividades profesionales, científicas y técnicas ⁴	0,5	0,2	0,1
Administración pública, defensa, educación y salud ⁵	2,1	4,2	-0,7
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios ⁶	14,1	9,8	3,6
Valor agregado bruto	2,1	1,7	0,2
Impuestos menos subvenciones sobre los productos	1,3	0,7	0,2
Producto Interno Bruto	2,0	1,6	0,2

Fuente: DANE. PIB T

Figura 5
Tasa de crecimiento (%) por actividad económica
Fuente: DANE, 2024.



Figura 6
Estimación del crecimiento para el mercado de lavado de carros
Fuente: Data Bridge Market Research, 2025.

Antecedentes

En los últimos años, el sector del lavado de vehículos ha evolucionado hacia modelos de negocio más sostenibles y eficientes, impulsados por la creciente preocupación ambiental y la necesidad de innovación en el servicio. Diversos estudios han analizado la viabilidad de implementar modelos de lavado ecológico, móviles y a vapor en distintas ciudades de Colombia, explorando aspectos clave como la optimización de los recursos, la aplicación de tecnologías innovadoras y la mejora de la experiencia del cliente. El presente análisis recopila investigaciones que abordan la planificación estratégica, la sustentabilidad financiera y las estrategias de diferenciación en el mercado del lavado de vehículos, proporcionando una visión integral sobre las oportunidades y los desafíos del sector.

Rengifo y Martínez (2018) presentan un plan de negocios para un autolavado, con énfasis en la innovación, la sostenibilidad ambiental y la satisfacción del cliente. Plantean la necesidad de un servicio que, además de eficiente, sea responsable con el medioambiente, reutilizando el agua y aplicando prácticas socialmente responsables. A partir de esta propuesta se modeló un

plan de negocios como caso de estudio, el cual derivó en las siguientes conclusiones relevantes: el aumento de vehículos ha generado una mayor demanda por servicios de lavado, destacando la importancia de una ubicación estratégica, el personal calificado y un plan de mercadeo sólido. La sostenibilidad es clave para el cumplimiento ambiental y la reutilización del agua. La diferenciación debe tomar como referencia aspectos tales como la confiabilidad, la comodidad y la eficacia, respaldada por estudios de mercado, los análisis PESTEL y DOFA, y un plan de calidad P-H-V-A. La solidez financiera es crucial, y el lavado a domicilio se presenta como un valor agregado para captar clientes y fortalecer las alianzas estratégicas.

Por otro lado, un estudio realizado por Jiménez (2014) en la Universidad de San Buenaventura de Cartagena propone la creación de un autolavado en seco como una alternativa ecológica que reduce el consumo de agua y los riesgos ambientales asociados con los lavados tradicionales. Se enfoca en los beneficios de la norma ISO 14001 para la gestión ambiental, pues Jiménez (2014) plantea que el autolavado en seco es una alternativa sostenible que reduce el uso de agua y electricidad, permitiendo la limpieza con productos biodegradables. Según el estudio, la capacitación del personal es clave para mejorar la productividad y minimizar los riesgos, mientras que la implementación de acciones preventivas garantiza una operación segura. Adicionalmente, Jiménez (2014) expresa que la reutilización del agua residual disminuye los costos administrativos, y que el cumplimiento de la legislación ambiental es esencial para la viabilidad del negocio.

En otro estudio que se realizó en la UNAD, Florián *et al.* (2020) proponen la creación de una empresa de lavado ecológico a domicilio, utilizando el modelo Design Thinking para desarrollar un servicio que satisfaga las necesidades del cliente y que sea amigable con el medioambiente. Este modelo es esencial para comprender las necesidades del cliente y desarrollar el proyecto de manera efectiva. Herramientas como la técnica ¿qué, cómo, por qué?, la matriz DOFA y el mapa mental facilitan la identificación de oportunidades, el análisis del estado

actual y la generación de nuevas ideas. Además, estos autores afirman que el *storytelling* permite validar conceptos directamente con los clientes.

Florián *et al.* (2020) indican que, para garantizar la sostenibilidad del negocio, es clave definir con precisión el proyecto, considerar los costos iniciales, proyectar su crecimiento y establecer estrategias de mercadeo basadas en el precio del mercado y la disposición de pago de los clientes. Al final el estudio productivo debe integrar factores económicos, tecnológicos y organizacionales para asegurar la viabilidad del modelo de negocio.

En Bogotá, Jiménez (2008) analizó la viabilidad de un lavado móvil a vapor como una alternativa sostenible. Este plan de negocios se enfoca en la creación de una empresa, destacando la innovación, la calidad y la atención al cliente, así como la reducción del consumo de agua. Las siguientes fueron las conclusiones más relevantes: para el éxito del proyecto, el plan de negocios debe ser estructurado, claro y atractivo, acompañado de una planeación estratégica que incluya análisis de mercado, competencia y estrategias de mercadeo. Como complemento, se deben incluir los estudios técnico, administrativo, legal y financiero, para garantizar la viabilidad del proyecto en términos de calidad, costos, regulación y rentabilidad. Es clave que la empresa destaque sus beneficios tangibles, establezca una estrategia de diferenciación y enfoque sus esfuerzos en un segmento con alto poder adquisitivo. De igual manera, debe priorizar la opinión del cliente, la atención a los detalles y la integración de todos los *stakeholders*. Según el estudio, la rentabilidad proyectada hace que un modelo de negocio sea atractivo y sostenible en el tiempo.

En la Universidad ICESI de la ciudad de Cali, Herrera y Peña (2017) estructuraron un modelo de negocio basado en un sistema de membresía para el lavado de vehículos. Este plan de negocios propone la creación de un lavadero de carros, destacando el uso de redes sociales para la comunicación y la necesidad de optimizar el uso de insumos para la reducción de costos. Herrera y Peña (2017) afirman que el éxito del negocio depende de una estrategia bien

estructurada que incluya las redes sociales como canal clave para la comunicación y la captación de clientes, así como la oferta de un servicio de cortesía inicial para atraer más demanda. La formalización legal y la inversión en activos fijos representan costos importantes, por lo que es necesario optimizar los gastos mediante estrategias de ahorro y pagos anticipados. El análisis financiero del estudio refleja un VAN positivo y una TIR atractiva, evidenciando la viabilidad del proyecto, mientras que el análisis de sensibilidad destaca la influencia del volumen de ventas y el precio en la rentabilidad. Además, la ubicación en zonas de alto tráfico vehicular es clave para maximizar la demanda. En conclusión, el estudio indica que el plan de negocios es factible y representa una oportunidad empresarial con alto potencial de crecimiento.

Los estudios analizados coinciden en que la sostenibilidad, la innovación y la planificación estratégica son pilares fundamentales para el éxito de un negocio de lavado de vehículos. Se ha demostrado que modelos como el lavado a vapor, el autolavado en seco y el servicio a domicilio son alternativas viables y atractivas, que reducen el impacto ambiental y mejoran la eficiencia operativa. Acompañando la toma de decisiones por medio de herramientas como la matriz DOFA, el análisis PESTEL y el análisis de las cinco fuerzas de Porter, es posible identificar oportunidades y desafíos en el mercado, mientras que las estrategias de *marketing* digital y fidelización de los clientes fortalecen la competitividad del negocio. La consistencia financiera de estos proyectos depende de un análisis riguroso de los costos, la inversión en activos y las estrategias de ahorro, así como de la segmentación adecuada del mercado. Y la integración de la responsabilidad social empresarial y el enfoque en la calidad del servicio son factores determinantes para consolidar modelos de negocio sostenibles y rentables en el sector del lavado de vehículos en Colombia.

Diseño metodológico

Según la metodología de investigación, existen diferentes tipos de estudios, que se pueden clasificar según su enfoque y su alcance, y pueden ser exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos; además, la investigación puede abordarse desde enfoques cuantitativos, cualitativos o mixtos (Gómez, 2023).

Este estudio adopta un enfoque mixto, que combina técnicas cuantitativas y cualitativas para lograr una comprensión integral del fenómeno (Hernández y Mendoza, 2018). Desde la perspectiva cuantitativa, se emplean análisis descriptivos (frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión) para caracterizar el mercado objetivo. Simultáneamente, el componente cualitativo explora percepciones y contextos mediante el análisis documental y métricas derivadas del modelo PESTEL, las cinco fuerzas de Porter y la matriz DOFA. El modelo PESTEL identifica factores políticos (ODS, Plan Nacional de Desarrollo), económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que impactan el proyecto, alineándose con la literatura sobre el análisis macro ambiental (Guerras, 2005). Las cinco fuerzas de Porter evalúan la rivalidad, la amenaza de nuevos entrantes, el poder de los proveedores, el poder de los clientes y los productos sustitutos, para comprender la competencia en el mercado del lavado de vehículos.

El presente proyecto se basa en un estudio descriptivo; su propósito es detallar las propiedades y los perfiles de los clientes potenciales, sin pretender establecer relaciones causales y transversales, pues la recolección de datos se realiza en un único periodo (Moreno y López, 2023). En cuanto al análisis de los datos, existen tres enfoques metodológicos distintos para investigar: los análisis cualitativos, los cuantitativos y los mixtos, cada uno con sus propias características y aplicaciones.

Los análisis cuantitativos se centran en la medición numérica y el análisis estadístico de datos, con el objetivo de cuantificar los conceptos, las variables y los fenómenos. El análisis cualitativo busca comprender a profundidad los fenómenos a través de las experiencias y las

perspectivas de los participantes (Hernández y Mendoza, 2018). El presente trabajo se desarrolla bajo un análisis mixto; cuantitativamente, se utilizan las distribuciones de frecuencia, porcentajes, media, mediana, moda, rango y desviación estándar, y cruce de variables para validar hipótesis descriptivas; como análisis cualitativo, se realizó una codificación abierta, axial y selectiva de información documental, así como la triangulación de datos para asegurar la consistencia de las conclusiones.

Fuentes y técnicas para la recolección de información

Tomando en consideración las características del estudio de prefactibilidad deseado para la creación de una empresa de lavado de automóviles a domicilio y con enfoque ecológico, se establece como fuente de información principal las fuentes primarias en relación con la consecución de los objetivos de estudio de mercado, el análisis de riesgos y la información base para el estudio financiero. Por su parte, el análisis de las fuentes secundarias permitirá desarrollar y plantear lo requerido en objetivos tales como la formación de la estructura organizacional, los roles y las responsabilidades. En la tabla 2 se evidencian los tipos de fuentes, la técnica para la recolección de la información y el análisis de esta.

Tabla 2
Recolección de información
Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de información	Técnicas o instrumentos	Análisis de la información
Fuente primaria	Encuesta	Incluye preguntas cerradas y escalas Likert para medir los hábitos, las preferencias y la disposición a pagar. Se puede ver la encuesta en el anexo A
Fuente primaria	PESTEL	Identificar las oportunidades y los riesgos macro ambientales

Fuente primaria	Matriz DOFA y cinco fuerzas de Porter	Evaluar la dinámica competitiva y situacional del negocio
Fuente secundaria	Informes sectoriales, estudios académicos y normativa legal	Generar un marco de referencia sólido y actualizado que permita contrastar y enriquecer los datos primarios

El procedimiento de recolección de datos consistió en la aplicación de encuestas a personas con residencia en la ciudad de Manizales, por medio de un formulario de Google en línea, garantizando en todo momento la confidencialidad y el anonimato de los participantes mediante el consentimiento informado por escrito, en estricto cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 (Protección de Datos Personales). Para el análisis de los datos recolectados por medio de la encuesta se utilizó Microsoft Excel, aplicando reglas de independencia para aceptar o rechazar diferentes hipótesis, y analizar las frecuencias y los porcentajes de influencias.

Este diseño metodológico provee el marco riguroso necesario para sustentar los análisis de mercado, técnico, organizacional, legal, financiero y de riesgos, garantizando que las decisiones de prefactibilidad se basen en evidencia sólida y representativa.

Desarrollo del trabajo

Elementos clave de la propuesta de valor

CANVAS del modelo de negocio

A continuación, se presenta el BMC diseñado para el servicio de lavado ecológico a domicilio en Manizales. El contenido de la tabla 3 especifica cada uno de los factores identificados como claves.

Tabla 3
CANVAS del modelo de negocio para Wash and Go
Fuente: Elaboración propia.

Bloque	Definición para el proyecto
Segmentos de clientes	Propietarios de vehículos livianos (automóviles y camionetas) en Manizales con conciencia ambiental Profesionales con agendas apretadas que valoran la comodidad del servicio a domicilio Concesionarios y talleres mecánicos que realizan mantenimientos periódicos Empresas de renta de vehículos que tienen una alta rotación y requieren una limpieza eficiente Transporte público
Propuesta de valor	Lavado ecológico con ahorro de hasta 97 % de agua frente al lavado tradicional Agendamiento y rutas óptimas con IA, plataforma inteligente que agrupa los trabajos por proximidad y reduce los tiempos de desplazamiento y la huella de carbono Personalización dinámica del cliente, perfilado del cliente (histórico, preferencias de limpieza, clima) para ajustar el tipo de producto y la frecuencia del servicio

	Calidad y comodidad 24/7 con posibilidad de reserva vía <i>chatbot</i> y geolocalización
Canales	App móvil y web Redes sociales: Facebook, Instagram, Whatsapp y Tik Tok Participación en ferias y eventos de emprendimiento o sostenibilidad
Relaciones con clientes	Tutoriales y FAQs en la <i>app</i> que explican el proceso de lavado ecológico Soporte 24/7 vía <i>chatbot</i> , para gestionar los agendamientos Programa de puntos y membresías
Flujos de ingresos	Tarifas por servicio estándar Tarifas de servicios especiales (encerados, desmanchados, limpieza profunda) Planes de suscripción Venta de productos ecológicos para lavado Pauta de marcas relacionadas con el cuidado de los vehículos
Recursos clave	Plataforma de IA (algoritmos de optimización de rutas y personalización) Equipos portátiles de lavado ecológico Capital humano capacitado para el lavado ecológico Equipo de desarrollo de <i>software</i> y análisis de datos
Actividades clave	Desarrollo y mantenimiento de la IA Mejora continua de los algoritmos de ruta y caracterización de los clientes Planificación diaria de servicios

	<p><i>Marketing</i> y ventas (campañas digitales, negociación, fidelización)</p> <p>Encuestas de satisfacción</p> <p>Gestión de alianzas estratégicas con talleres, concesionarios y empresas de <i>renting</i></p> <p>Optimización del servicio en temporada de lluvias</p>
Socios clave	<p>Universidades y centros de investigación: transferencia tecnológica y prácticas profesionales</p> <p>Distribuidores de químicos biodegradables y equipamiento de lavado portátil</p> <p>Concesionarios de vehículos eléctricos</p> <p>Empresas de <i>renting</i> o <i>leasing</i></p> <p>Proveedores de productos ecológicos</p>
Estructura de costos	<p>Desarrollo de IA, <i>hosting</i>, licencias de <i>software</i></p> <p>Mantenimiento del equipamiento, combustible/energía</p> <p>Salarios de operación, analista de datos, equipo comercial</p> <p>Publicidad digital, ferias, comisiones de alianzas</p> <p>Impuesto a la renta, retención en la fuente, IVA, tasa retributiva por vertimientos puntuales, ICAC</p> <p>Deuda y vehículos de apalancamiento financiero</p>

Estudio del sector y del mercado de lavado de carros en Manizales

Análisis del sector

Durante la exploración del sector se logra determinar que actualmente en Colombia se cuenta con 2 líneas de clasificación vistas como un todo en el que se acotan los actores del mercado. En primer lugar, se encuentran los lavaderos tradicionales, provistos principalmente

por centros de lavado o embellecimiento informales, bien sea en establecimientos ordinarios o EDS (estación de servicio) (Jiménez, 2008), que operan bajo un modelo de negocio que implica el desplazamiento del usuario hasta el establecimiento, la espera del vehículo, la prestación del servicio y finalmente la custodia del vehículo, en ocasiones por tiempos cortos sin costo adicional. En segundo lugar, se ubica una alternativa más reciente, constituida por los lavados ecológicos, los cuales pretenden brindar soluciones de lavado de una manera sostenible y responsable con el medioambiente, basados en principios de economía circular con una reducción importante de los residuos y menos impacto de la huella hídrica (Jiménez, 2008).

El sector del lavado de carros ha experimentado un crecimiento sostenible, apalancado por la demanda que se conecta con el crecimiento y el desarrollo constante del parque automotor del país. Según los reportes oficiales de Fenalco (2024), en su boletín de vehículos nuevos, se vendieron 200 935 unidades de vehículos nuevos durante el 2024, frente a las 186 222 del año anterior (figura 7). Incluso, al decantar estas estadísticas y realizar un despliegue en los valores que aporta el Área Metropolitana de Manizales, se evidencia que en promedio hay una venta de 3031 unidades por año con una variación no superior del 1,5 % (figura 8). En otras palabras, es posible indicar que en Manizales se estima una compra constante de vehículos automotores de uso liviano, permitiendo contar con un mercado con demanda creciente de servicios de lavado y embellecimiento.

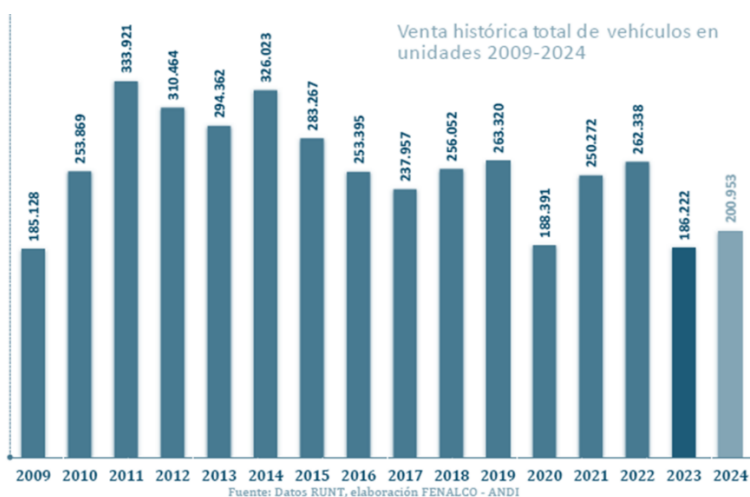


Figura 7
Venta histórica del total de vehículos en unidades 2009-2024
Fuente: Fenalco y ANDI, 2025.

Matrículas por Áreas Metropolitanas

Áreas Metropolitanas	Diciembre 2024	Diciembre 2023	Variación % mes	Acumulado Ene-dic 2024	Acumulado Ene-dic 2023	Variación % Año
Bogotá, D. C.	6.398	3.250	96,9%	43.804	35.475	23,5%
Medellín (Valle de Aburrá)	3.430	3.073	11,6%	33.236	31.942	4,1%
Funza	2.787	2.180	27,8%	18.613	19.400	-4,1%
Cali	1.865	1.405	32,7%	16.265	14.076	15,6%
Chía	1.040	1.922	-45,9%	11.111	9.702	14,5%
Barranquilla	989	716	38,1%	6.962	6.198	12,3%
Bucaramanga	823	661	24,5%	7.321	4.715	55,3%
Mosquera	748	523	43,0%	5.136	4.031	27,4%
Cúcuta	637	630	1,1%	5.542	11.212	-50,6%
Pereira (Área Metropolitana)	596	431	38,3%	4.952	4.188	18,2%
Madrid	441	246	79,3%	2.613	1.713	52,5%
Cartagena de Indias	406	295	37,6%	3.148	3.133	0,5%
Villavicencio	366	355	3,1%	3.062	2.981	2,7%
Manizales	351	325	8,0%	3.008	3.055	-1,5%
Ibagué	314	80	292,5%	2.231	1.120	99,2%
Cota	280	309	-9,4%	2.228	2.792	-20,2%
Neiva	262	202	29,7%	1.792	1.956	-8,4%
Tunja	258	187	38,0%	1.719	1.403	22,5%
Montería	207	151	37,1%	1.629	1.584	2,8%
Zipaquirá	195	126	54,8%	1.268	1.103	15,0%
Otras	2.938	2.789	5,3%	25.313	24.443	3,6%
Total Matrículas	25.331	19.856	27,6%	200.953	186.222	7,9%

Figura 8
Matrículas por áreas metropolitanas
Fuente: Fenalco y ANDI, 2025.

Sin embargo, esta alta demanda no ha estado acompañada de una innovación significativa en los métodos de lavado (Flórez *et al.*, 2018). Actualmente predomina el lavado

convencional o tradicional de vehículos que operan desde la informalidad debido a la carencia de licencias o permisos otorgados por la Secretaría de Ambiente para el vertimiento de aguas residuales provenientes de la actividad de lavado de vehículos (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2022). Asimismo, las ofertas actuales carecen de automatización de los procesos, sin contar con la poca personalización y la escasa mejora de la experiencia del cliente a lo largo de las etapas del servicio, partiendo del agendamiento hasta la prestación final del servicio, que debería ajustarse a las necesidades del usuario.

Dicho de ese modo, se encuentra un argumento para la inclinación marcada del sector que se mueve en dirección de prácticas más sostenibles, con un enfoque en el ahorro de agua y la reducción de químicos, alineado con una mayor conciencia ambiental y con regulaciones más estrictas (Flórez *et al.*, 2018). Los clientes, por su parte, brindan mayor valor a la optimización del tiempo y se encuentran en la constante búsqueda de servicios que les permitan realizar otras actividades mientras se llevan a cabo actividades comunes, tales como el lavado de su vehículo.

Finalmente, la entrada en operación de franquicias tales como ProntoWash y CarWashDomicilios ha demostrado el potencial de los sistemas móviles de lavado en Colombia, bajo la oferta de un modelo que incluye la adquisición de equipos, tarifarios sugeridos y un esquema de proyecciones financieras (Montaña, 2019). La experiencia de estas empresas pioneras en el mercado resulta ser un referente importante para el análisis de prefactibilidad del presente trabajo.

Análisis PESTEL

Para comprender de manera integral el entorno en el que operaría la empresa, se presenta un análisis PESTEL que identifica los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales con mayor impacto en el servicio de lavado ecológico de automóviles a domicilio en la ciudad de Manizales.

- **Análisis político**

A nivel mundial rige la Agenda 2030 de la ONU, que plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para un desarrollo equitativo y ambientalmente responsable (ONU, 2015). En este marco global, se enfatiza que el crecimiento económico debe ir acompañado de la mitigación del cambio climático y el uso eficiente del agua. Estudios recientes señalan que las empresas deben alinear sus estrategias con los ODS para responder a las demandas sociales y regulatorias emergentes: “el sector privado desempeñará un papel fundamental en alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU” (World Economic Forum, 2024). Por tanto, el modelo de negocio ecológico local queda alineado con las tendencias internacionales (ODS 6, 12 y 13), lo que mejora su legitimidad y crea expectativas de apoyo multisectorial. Sin embargo, la inestabilidad geopolítica global (conflictos internacionales, guerras comerciales, fluctuaciones en el petróleo) puede generar volatilidad económica y el encarecimiento de los insumos importados, lo que afectaría negativamente los costos operativos.

El Gobierno de Colombia, en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, establece como prioridades estratégicas el “ordenamiento del territorio alrededor del agua” y la “economía productiva para la vida y la lucha contra el cambio climático” (Gobierno de Colombia, 2023). En otras palabras, se promueven la gestión sostenible del recurso hídrico y la mitigación del cambio climático como pilares de la política pública. En paralelo, la Estrategia Nacional de Economía Circular invita a repensar el modelo de desarrollo hacia la eficiencia en el uso de recursos (agua, materiales, energía), adoptando el lema “producir conservando y conservar produciendo” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, s. f.).

En Caldas, el Gobierno departamental ha alineado su Plan de Desarrollo con la Agenda 2030. Informes recientes destacan que el departamento avanza en ODS clave como la producción y el consumo responsables, la sostenibilidad urbana y la reducción de las

desigualdades, integrando estos objetivos al contexto local. Además, la gobernación de Caldas impulsa alianzas público-privadas y el uso de datos para mejorar la planificación territorial y la transparencia (Secretaría de Planeación de Caldas, 2024).

El Plan de Desarrollo Municipal de Manizales 2024-2027 establece un marco estratégico para la gestión sostenible del recurso hídrico, priorizando la eficiencia en su uso mediante sistemas de monitoreo hidrológico y programas de educación comunitaria. Además, enfatiza el fomento de la economía circular y la certificación de empresas verdes, con la meta de contar con cinco negocios certificados en el cuatrienio, lo cual ofrece un referente para proyectos sostenibles que integren, por ejemplo, tecnologías de reciclaje de agua (Alcaldía de Manizales, 2024).

En el marco del ecosistema emprendedor de la ciudad de Manizales, la Cámara de Comercio de Manizales por Caldas (CCMPC) mantiene activas en el 2025 diversas iniciativas destinadas a fortalecer la creación, la consolidación y la sostenibilidad de nuevas empresas. Estas iniciativas se articulan con el desarrollo económico local y regional, y representan oportunidades estratégicas para los emprendimientos con un enfoque sostenible e innovador. Uno de los programas más destacados es la “Ruta de Emprendimiento e Innovación”, dirigida a emprendedores y empresarios en etapa temprana (con menos de cinco años de operación). Este programa brinda un acompañamiento personalizado, *bootcamps* temáticos y espacios de *networking*, proyectando atender a cerca de 60 emprendedores adicionales durante el presente año (CCMPC, 2025).

Adicionalmente, la entidad promueve la Comunidad de Emprendimiento e Innovación, que ofrece convocatorias abiertas para consultores y asesores especializados. Esta comunidad se enfoca en áreas críticas para la sostenibilidad empresarial, como los modelos de negocio innovadores, la gestión financiera, la estrategia comercial y el liderazgo (CCMPC, 2025).

En colaboración con la Alcaldía de Manizales, la Oficina Empresarial proporciona asesorías gratuitas en áreas clave como la contabilidad, las finanzas, el *marketing* digital, las normativas sanitarias y el acceso a financiación. En el 2024, este programa logró ofrecer más de 2 100 horas de asesoría a 1 635 empresarios (CCMPC, 2025).

- **Análisis económico**

Durante el año 2024, la economía colombiana presentó signos moderados de recuperación. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el producto interno bruto (PIB) nacional registró un crecimiento del 2 % al cierre del tercer trimestre, siendo el sector de los servicios uno de los principales impulsores, con una expansión interanual del 14,1 % (DANE, 2024). Este comportamiento refleja una reactivación progresiva del consumo interno, especialmente en servicios de valor agregado como los modelos a domicilio, que priorizan la eficiencia y la conveniencia para el usuario final.

En línea con este panorama, J. P. Morgan presenta su proyección del crecimiento de la economía colombiana en el 2025 y afirma que es de 2,5 % interanual, tal como lo comparte en su artículo “Al día con América Latina” (2025). Cabe resaltar que los pequeños incrementos intertrimestrales siguen siendo impulsados por el consumo de los hogares, lo cual fija la continuidad de una tendencia visualizada desde el año anterior, generando perspectivas alentadoras para el sector de servicios y bienes.

Por otra parte, tensiones económicas como las que se experimentaron en la guerra arancelaria entre Estados Unidos y China generan un fortalecimiento de la divisa local en comparación con el debilitamiento del dólar. Estas condiciones generarían mayor liquidez en los hogares y facilitarían el acceso al crédito y las compras de insumos o repuestos importados, elementos clave para fortalecer los emprendimientos del sector de los servicios, como el lavado ecológico de vehículos a domicilio. Complementariamente, el Banco de la República (2025)

estima una aceleración del crecimiento económico hasta alcanzar el 3 % hacia finales del 2025, en un contexto de estabilización fiscal y fortalecimiento de la demanda agregada.

No obstante, Fitch Raitings ha modificado su perspectiva del sector automotriz global para el 2025, pasando de considerarla “neutral” a calificarla como “en deterioro” a consecuencia de los aranceles anunciados por el gobierno estadounidense sobre la importación de autopartes y vehículos (Fitch Raitings, 2025). A nivel internacional, el mercado global del lavado de vehículos mantiene una tasa de crecimiento anual proyectada del 3,6 % hasta el año 2030, lo que evidencia una tendencia positiva y sostenida en la demanda de soluciones innovadoras (Data Bridge Market Research, s. f.).

Dicha dinámica vista en conjunto con el crecimiento del parque automotor de Manizales, tal como se trajo a colación en el inicio del presente documento al referirse a una cantidad aproximada de 117 153 vehículos rodantes en la ciudad, configura un escenario favorable para los modelos de negocio sostenibles que integren tecnologías limpias, automatización y servicios personalizados en lo que se refiere al lavado y la limpieza de vehículos.

- **Análisis social**

El análisis social del entorno para la implementación de un servicio de lavado ecológico de automóviles a domicilio en Manizales revela transformaciones significativas en las preferencias y los comportamientos de los consumidores, particularmente desde la pandemia del covid-19. La incorporación del trabajo remoto, junto con la búsqueda de un mayor equilibrio entre la vida personal y la laboral, ha fortalecido la demanda de servicios que se adapten a las nuevas dinámicas cotidianas. En este contexto, los modelos de servicio a domicilio, que ofrecen el lavado de vehículos en el lugar de residencia o trabajo, se perciben como soluciones convenientes que optimizan el tiempo del usuario, mejorando su bienestar general (Bezák *et al.*, 2025).

En paralelo, se evidencia una creciente conciencia ambiental entre los consumidores colombianos, especialmente en segmentos jóvenes y universitarios. Un estudio realizado en la Universidad de Medellín analizó la relación entre los programas de educación ambiental, las actitudes ecológicas y los comportamientos sostenibles, y concluyó que los entornos académicos sensibilizados promueven un sentido de la responsabilidad ecológica en los estudiantes (Hernández *et al.*, 2023). Dado que Manizales alberga una importante población universitaria, estos hallazgos sugieren la existencia de una base social propicia para la aceptación de los servicios ambientales, siempre que se promocionen adecuadamente, como una contribución activa a la sostenibilidad local.

Los estudios sobre la conciencia ambiental de los estudiantes colombianos evidencian una creciente sensibilización en las nuevas generaciones frente a problemáticas como la escasez de agua y la deforestación, posicionándolos como potenciales usuarios e influenciadores de los servicios sostenibles. Sin embargo, se observa una menor familiaridad con respecto a temas como los gases de efecto invernadero, lo cual plantea oportunidades para comunicar el valor del servicio de lavado ecológico, que incluye beneficios tangibles como el ahorro de agua, incorporando a su vez elementos educativos. Esta disposición ambiental positiva sugiere que un modelo alineado con valores de sostenibilidad podría ser bien recibido en Manizales; además, el auge del trabajo remoto tras la pandemia ha impulsado la demanda de soluciones prácticas y personalizadas, como los servicios a domicilio, lo que refuerza el potencial de este modelo de negocio (Sánchez *et al.*, 2024).

En síntesis, el entorno social en Manizales favorece la implementación de un modelo de negocio de lavado ecológico que responde tanto a las nuevas demandas de conveniencia como al fortalecimiento de los valores ambientales, particularmente en las generaciones más jóvenes.

Este contexto refuerza la viabilidad del proyecto y permite estructurar estrategias de mercado coherentes con las aspiraciones sociales contemporáneas.

- **Análisis tecnológico**

Al contemplar las tecnologías de lavado ecológico, las cuales son fundamentales para la propuesta de valor sostenible del proyecto, se constata que actualmente la implementación de sistemas de ahorro de agua representa una innovación orientada hacia la eficiencia hídrica y la minimización del impacto ambiental, alineándose con una tendencia hacia prácticas más sostenibles (García y González, 2022). De igual forma, el uso de productos de limpieza biodegradables es coherente con la reducción de riesgos ambientales y la promoción de un servicio responsable (Jiménez, 2014).

Como complemento de la tecnología física, según Yaiprasert *et al.* (2024), se ha evidenciado que la adopción de la IA se presenta como un eje central para la optimización operativa y la mejora de la experiencia del cliente. La IA en una empresa de lavado de carros a domicilio puede emplearse en la optimización dinámica de las rutas, lo que incide directamente en la eficiencia de los desplazamientos y la reducción de los costos logísticos (Biswas *et al.*, 2024). De igual manera, la automatización del agendamiento de citas mediante plataformas inteligentes brinda bondades en la gestión del servicio y flexibilidad para los usuarios (Yaiprasert *et al.*, 2024). Otro aspecto diferenciador radica en la capacidad de la IA para generar recomendaciones personalizadas basadas en el historial y las preferencias de cada cliente, lo que puede fomentar la lealtad y la satisfacción (Lim y Kim, 2024). La IA, en un sentido más amplio, se concibe como una tecnología de propósito general con la capacidad de transformar modelos de desarrollo industrial y estructuras de factores (Zhang y Zhou, 2025).

Por último, la infraestructura digital que soporta el servicio es un componente tecnológico esencial. Esto incluye el desarrollo y la gestión de plataformas digitales y aplicaciones móviles

que integren funcionalidades de geolocalización para la asignación eficiente de los servicios y la gestión de las citas en tiempo real. La conveniencia del servicio a domicilio, facilitada por estas plataformas, es un factor clave para la atracción de clientes, y es crucial que permita la interacción y la atención automatizada a través de estos canales digitales, considerando la preferencia de los clientes por dichos medios (Yaiprasert *et al.*, 2024).

En síntesis, el análisis tecnológico del proyecto debe articular la integración estratégica de la IA para la optimización y la personalización, la adopción de tecnologías de lavado ecológico como diferenciador de la sostenibilidad y el desarrollo de una plataforma digital robusta para la gestión operativa y la interacción con el cliente. La sinergia entre estos tres pilares tecnológicos definirá la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad del servicio en el mercado de Manizales.

- **Análisis legal/ambiental**

En Colombia, la gestión de vertimientos se encuentra regulada por el Decreto 1076 de 2015, la Ley 99 de 1993 y la Ley 1333 de 2009, que establecen que cualquier persona natural o jurídica que genere descargas de aguas residuales debe contar con un permiso de vertimiento expedido por la autoridad ambiental competente.

Entre los requisitos específicos exigidos se encuentran la caracterización del vertimiento (incluyendo parámetros físico-químicos y microbiológicos), los estudios de impacto en cuerpos de agua receptores, y los planes de tratamiento adaptados a condiciones locales como la alta pluviosidad y la topografía inclinada de la ciudad. En áreas sensibles, como las zonas cercanas al Parque Nacional Natural Los Nevados, pueden requerirse evaluaciones especiales que garanticen la protección de los ecosistemas de alta montaña y páramo.

El incumplimiento de la normativa puede acarrear sanciones ambientales conforme a la ley, la suspensión de actividades o la revocatoria de licencias ambientales. En el 2022, por

ejemplo, una curtiembre en Villamaría fue sancionada por verter cromo sin tratamiento previo a la quebrada La Tapias, lo que pone en evidencia la vigilancia activa de la autoridad ambiental sobre estos procesos (Corpocaldas, 2023).

En conclusión, aunque los lineamientos generales sobre los permisos de vertimiento son de aplicación nacional, su implementación en Manizales está sujeta a criterios técnicos regionales definidos por Corpocaldas. Para los proyectos que incluyan el manejo de aguas residuales es indispensable considerar factores locales como la fragilidad ecosistémica, las zonas de recarga hídrica y las restricciones definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio.

Una vez examinados de forma individual los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que inciden en el entorno del proyecto, se presenta una tabla resumen (tabla 4) que sintetiza los principales hallazgos del análisis PESTEL. Esta herramienta permite visualizar de manera clara y concisa las oportunidades y las amenazas identificadas, facilitando la comprensión integral del contexto externo en el que se desarrollará el modelo de negocio. Su incorporación resulta clave para orientar la toma de decisiones estratégicas y evaluar la viabilidad del proyecto.

Tabla 4
Análisis PESTEL
Fuente: Elaboración propia.

Dimensión	Objetivo	Resumen del análisis
Político	Alinear el negocio con políticas y apoyos gubernamentales en para la sostenibilidad y el emprendimiento	La Agenda 2030 de la ONU y los ODS (6, 12 y 13) impulsan modelos de negocio responsables, fortalecidos por el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 y la Estrategia de Economía Circular en Colombia (Gobierno de Colombia, 2023). A nivel local, Caldas y Manizales integran estos lineamientos en sus planes de desarrollo, promoviendo la eficiencia hídrica, la certificación de las empresas verdes y el apoyo a los emprendimientos (Alcaldía de Manizales, 2024; Secretaría de Planeación de Caldas, 2024). No obstante, la inestabilidad geopolítica global puede encarecer los insumos importados.

Económico	Identificar el entorno macroeconómico y su impacto en la viabilidad y los costos operativos del servicio	En el 2024 la economía colombiana creció un 2 % (DANE, 2024), con una proyección entre el 2,5 % y el 3 % para el 2025 (J. P. Morgan, 2025; Banco de la República, 2025). El sector de los servicios y la expansión del parque automotor (+8,8 % anual en Manizales) generan una demanda favorable. Sin embargo, las tensiones arancelarias internacionales (entre Estados Unidos y China) y la perspectiva de “deterioro” en el sector automotriz global (Fitch Raitings, 2025) pueden aumentar los costos de los insumos y limitar el acceso a crédito en etapas de expansión.
Social	Entender los comportamientos de consumo y las actitudes frente a los servicios ecológicos y a domicilio	Tras la pandemia, la preferencia por los servicios a domicilio se consolidó por conveniencia y ahorro de tiempo (Bezack <i>et al.</i> , 2025). En Manizales, una ciudad con una amplia población universitaria, existe una conciencia ambiental creciente y una disposición a adoptar soluciones sostenibles (Hernández <i>et al.</i> , 2023; Sánchez <i>et al.</i> , 2024). No obstante, persisten segmentos que desconocen el valor ecológico (la huella de carbono) y prefieren el lavado tradicional informal.
Tecnológico	Evaluar las tecnologías clave para optimizar las operaciones y diferenciar la oferta	La IA permite optimizar las rutas, el agendamiento y la personalización de los servicios, mejorando la eficiencia y aumentando la lealtad (Yaiprasert <i>et al.</i> , 2024; Lim y Kim, 2024). Las tecnologías de reciclaje de agua y los productos biodegradables reducen el impacto ambiental (García y González, 2022). El desarrollo de plataformas digitales robustas es esencial para la interacción en tiempo real. La inversión inicial puede ser elevada y generar el riesgo de obsolescencia rápida si no se actualiza constantemente.
Ambiental/legal	Garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales y convertirlas en una ventaja competitiva	La Ley 99/1993, el Decreto 1076/2015 y la Ley 1333/2009 exigen permisos de vertimiento y estudios de impacto, con criterios estrictos en las zonas sensibles (Corpocaldas, 2023). El servicio ecológico sin vertimientos y con tecnologías de bajo consumo hídrico ofrece una ventaja competitiva y reduce los riesgos de sanciones. Sin embargo, la obtención de licencias puede ser costosa y requerir evaluaciones especializadas, lo que incrementa la complejidad y el tiempo de implementación.

Cinco fuerzas de Porter

Justo como se menciona en el apartado sobre los elementos clave de la propuesta de valor del presente documento, las cinco fuerzas de Porter constituyen un marco analítico que no resulta ser otra cosa que una estructura de análisis que permite entender la competitividad de un

mercado o un sector. En esta oportunidad, se pretende analizar el sector del lavado o la limpieza de vehículos en la ciudad de Manizales, visto como el mercado objetivo del proyecto en curso. Para ello, se analizan a continuación las cinco fuerzas establecidas por Michael Porter en 1979.

- **Rivalidad entre competidores existentes**

Actualmente, los establecimientos que operan de manera informal en la ciudad de Manizales con énfasis en el lavado de vehículos se estiman en más de 23 unidades, dispuestas principalmente en las avenidas Santander y Kevin Ángel, que son los principales corredores viales de la ciudad. Luego, la competencia se encuentra focalizada y resulta ser intensa, debido a que espera captar el mayor público circundante en la misma zona. Como estrategia común en un gran número de estos establecimientos se evidencia el servicio ofertado durante las 24 horas del día, con un costo promedio de lavado típico o sencillo de vehículos entre los 12 000 y los 15 000 COP.

Por otro lado, una gran porción de estos lavaderos presenta una valoración superior a los 4 puntos en la escala de evaluación de 1 a 5 en Google Maps, tomando como referencia aquellos establecimientos con más de 150 valoraciones por parte de los usuarios. Un ejemplo de ello son establecimientos tales como Lavautos los Sauces (4,3), Lavautos los Tanques La Leonora (4,3), Lavautos el Trébol Chips (4,0) y Lavautos Full Car (4,3). Lo anterior denota una percepción generalizada de conformidad y acuerdo con los servicios convencionales de lavado que se encuentran disponibles en la ciudad y que operan bajo el concepto tradicional de recepción del vehículo en su establecimiento, tiempo de espera mínimo de 1 hora y uso amplio del recurso hídrico para tal actividad de lavado de vehículos.

- **Amenaza de nuevos entrantes**

Tomando como referencia los reportes oficiales de Fenalco (2024), en su boletín sobre vehículo nuevos, y llevando a cabo un despliegue en los valores que aporta el Área Metropolitana de Manizales, se evidenció en promedio una venta de 3 031 unidades por año, con una variación no superior del 1,5 %. Esto sin lugar a duda genera un incremento en la demanda de servicios de lavado y, por ende, incrementa la posibilidad de que se presenten nuevos entrantes o competidores. En línea con ello, la entrada de nuevos competidores no presenta grandes barreras debido a que estos establecimientos operan en sus inicios desde la informalidad, sin un registro ante la Cámara de Comercio y sin un debido proceso de facturación y ejercicio contable.

En una segunda vía de énfasis, son evidentes el incremento y el auge que han tomado los establecimientos de embellecimiento y limpieza de vehículos con la oferta de tratamiento de nano cerámico. Justo como lo menciona el Bogotá Detailing Center (2025), la protección nano cerámica crea un efecto hidrofóbico, lo cual permite que las partículas de agua o suciedad se deslicen con mayor facilidad en la superficie del vehículo y no se adhieran a ella.

A su vez, dicha tecnología ofrece como beneficio la reducción en la frecuencia de los lavados y el mantenimiento de la pintura de los vehículos, lo cual supone una amenaza para los lavados de vehículos livianos tanto convencionales como ecológicos, sin importar la modalidad de servicio. Actualmente, dicha amenaza se encuentra en niveles no significativos debido al costo, que oscila normalmente alrededor de los 2 000 000 de COP, lo cual no es accesible para toda la población propietaria de vehículos en la ciudad de Manizales, pero puede considerarse con un alto potencial de entrante en una futura optimización y regulación del costo de dicho servicio.

- **Poder de negociación de los proveedores**

Por su parte, el poder de negociación de los proveedores para el estudio de caso actual resulta ser particularmente alto, dado que se encuentra principalmente influenciado por la

variación de la TRM, generando constantes alzas en el precio de los insumos para lavados ecológicos de vehículos, siendo estos de importación en la mayoría de los casos y con una reducida alternativa de homologación a productos de origen local.

Según La República (2025), “2025 representa un año de incertidumbre en el mercado bursátil a nivel nacional e internacional”. Eventos tales como la reelección de Trump en la presidencia de Estados Unidos, los conflictos geopolíticos como el de Rusia y Ucrania, la batalla arancelaria entre Estados Unidos y China, y la caída del precio del barril de petróleo Brent generan una amplia ventana de variación de la TRM y, con ello, una revaluación del peso colombiano, lo cual conduce a un alza de precios tanto en el detal como en las ventas al por mayor de insumos para el lavado de vehículos.

- **Poder de negociación de los compradores**

Entre tanto, el poder de negociación de los compradores claramente se puede catalogar como débil, visto desde el panorama donde los usuarios acuden regularmente a establecimientos de lavado convencional de vehículos que cuentan con tarifas preestablecidas para cada tipo de intervención, pero aun así son proclives al ofrecimiento de rebajas con el fin de captar la atención del usuario y lograr que este acceda a tomar en consideración el lavado básico o quizás un “combo” que ofrezca mayores bondades de limpieza y cuidado de su vehículo. Dicho de esa manera, el precio de los servicios ofrecidos por un lavado ecológico es bastante inelástico, dado que un ligero incremento volcaría la intención de compra de los usuarios hacia el mercado del lavado convencional.

Estas prácticas comerciales de los establecimientos de lavado de vehículos generan un hábito de negociación muy marcado en la población objetivo y están impulsadas principalmente por factores como la capacidad ociosa en los establecimientos, los picos y bajas en la demanda

del servicio, las ofertas o la disminución de los precios por entrada de un nuevo competidor, entre otros.

- **Amenaza de productos sustitutos**

Existe una fuerte tendencia a ofrecer productos innovadores en el mercado con bondades para el lavado en seco, extendiendo a los propietarios la invitación a realizar una limpieza autónoma de su vehículo sin desperdiciar agua y en contados minutos. Dicha práctica consiste en el uso del producto en cuestión mediante aspersion, el cual se aplica directamente en la superficie del vehículo, de tal manera que la suciedad es encapsulada químicamente y luego se retira con ayuda de una microfibra o un paño absorbente, según las recomendaciones de cada proveedor.

En la actualidad, en el mercado en línea y las plataformas de los grandes comercios se encuentran productos tales como Eco Clean de CRC, Eco Dry de Volt, 5 en 1 de Magic Wash, Ecobrite de Ker, Lavado en Seco de Greenmag, entre otros. En general, cada proveedor maneja diferentes presentaciones, pero la más común es la que ofrece un contenido de 500 ml en un frasco con atomizador. Tal como lo menciona Volt en su sitio web, el producto Eco Dry cuenta con un rendimiento de 150 ml para la limpieza de un vehículo pequeño; por ende, su presentación de 500 ml permite realizar 3 lavadas efectivas con un costo unitario de 5 950 COP, es decir, menos de la mitad del costo de un lavado convencional. Todo ello expone una fuerte amenaza de productos sustitutos al lavado convencional o cualquier derivado del servicio ofertado en establecimientos típicos de limpieza y embellecimiento de vehículos livianos.

Matriz DOFA

En principio, cabe resaltar que en la construcción de la matriz DOFA para el proyecto actual a la exploración de los aspectos internos le corresponde el componente F (fortalezas) y el

componente D (debilidades), mientras que los aspectos del contexto externo son abordados con el componente O (oportunidades) y el componente A (amenazas). A continuación, se desglosa cada uno de los componentes de manera específica, acompañados de la figura 9, que ilustra y condensa de manera gráfica dicho contenido.

- **Fortalezas (F)**

Claramente, una de las mayores fortalezas internas del proyecto de lavadero ecológico de vehículos a domicilio en la ciudad de Manizales es el consumo de agua inferior al 97 % frente a un lavadero convencional. Lo anterior es responsable socialmente y sostenible en relación con el medioambiente, por lo que marca una pauta de colaboración con las entidades ambientales que protegen la utilización del recurso. En consecuencia, los gastos operativos resultan inferiores gracias a que es menor el consumo de agua fresca proveniente del acueducto.

Adicionalmente, el esquema de negocio ofrece una prestación del servicio a domicilio con un previo agendamiento que busca mejorar la experiencia del usuario, valorando el tiempo del cliente, y disminuye la necesidad de espacios físicos fijos. La implementación de IA en diferentes procesos brinda una fortaleza evidente en el manejo de data para la optimización de las rutas y las estrategias de *marketing* y comerciales.

- **Debilidades (D)**

El proyecto enfrenta varias debilidades interrelacionadas que impactan su viabilidad tanto financiera como operativa. En primer lugar, la implementación de sistemas de inteligencia artificial y la adquisición de equipos portátiles de lavado requieren un desembolso de capital elevado, lo que puede resultar prohibitivo para los emprendimientos de pequeña o mediana escala. A esta barrera económica se suma la dependencia de condiciones lumínicas adecuadas durante el servicio móvil: al carecer de un espacio fijo, es necesario confiar en la luz natural o en

la electricidad del cliente, lo cual obliga a considerar la inversión en iluminación LED portátil o a limitar los horarios de atención.

Adicionalmente, al ofrecer un agendamiento 24/7 mediante *chatbots* con IA se debe contar con un equipo de soporte técnico siempre disponible, lo que incrementa la complejidad operativa y los costos de personal. También se debe tener en cuenta que la prestación del servicio en el espacio público sin permisos específicos conlleva el riesgo de recibir sanciones legales, desde multas hasta la incautación de insumos, según lo estipulado en la Ley 1801 de 2016 sobre convivencia ciudadana, lo que añade un componente de incertidumbre jurídica que debe gestionarse de manera rigurosa para evitar contingencias.

- **Oportunidades (O)**

En primer lugar, se trae a colación el crecimiento del parque automotor de la ciudad de Manizales que ya fue desglosado en el marco conceptual del presente documento, pero que en síntesis evidencia un crecimiento anual constante del 1,5 %, con alrededor de 3 031 unidades nuevas (vehículos). Seguido a lo anterior, el crecimiento de la demanda de servicios que permitan la optimización del tiempo con la eliminación de los tiempos de espera presenciales se encuentra en línea con el equilibrio vida-trabajo que permite el incremento de la calidad de vida a través de actividades de ocio y en familia.

Finalmente, una oportunidad tangible de viabilidad y rentabilidad para los lavados ecológicos se debe a los cortes de suministro de agua por parte de la entidad prestadora de servicios. Un ejemplo de ello es lo ocurrido el pasado 27 de marzo: tal como lo compartió La Patria (2025) en su versión en línea, Aguas de Manizales suspende los servicios de agua durante una jornada de 16 horas, afectando a 4 178 suscriptores del servicio en Manizales. Estos episodios afectan fuertemente a los lavaderos convencionales, que no cuentan con un sistema de almacenamiento suficiente para la operación del establecimiento. Tomando como referencia

un Lavautos con capacidad de 3 veh./hora y un consumo promedio de 220 L/veh., se requerirían aproximadamente 10 560 L de agua almacenada para operar sin interrupción en una franja horaria de 16 horas.

- **Amenazas (A)**

El análisis revela diversas amenazas que podrían impactar negativamente la viabilidad y la sostenibilidad del modelo de negocio. En primer lugar, se identifica una alta oferta de lavaderos convencionales con precios significativamente más bajos, lo cual representa un fuerte factor de presión en términos de competitividad, especialmente en un mercado altamente sensible frente al precio.

Otra amenaza relevante es la fluctuación constante de la tasa representativa del mercado (TRM), que ha venido afectando el costo de los insumos importados, especialmente aquellos relacionados con productos de limpieza ecológicos, herramientas especializadas y repuestos tecnológicos. Esta variabilidad en el tipo de cambio incrementa los costos operativos y reduce la estabilidad financiera del proyecto.

Además, la emergencia de productos sustitutos, como los kits para el lavado autónomo de vehículos que permiten al usuario realizar el proceso desde su casa con una mínima intervención externa, representa una amenaza directa al modelo de valor diferencial del negocio. Estos productos, cada vez más accesibles y fáciles de usar, pueden desplazar la demanda de servicios profesionales de lavado.

Las variaciones estacionales son otro de los factores que se deben tener en cuenta en la ciudad de Manizales, pues en especial las épocas de lluvias prolongadas impactan directamente la frecuencia con que los usuarios solicitan el servicio de lavado de vehículos. Durante estos periodos, la percepción de necesidad disminuye, ya que los vehículos tienden a ensuciarse

nuevamente en poco tiempo, lo cual desincentiva el gasto. Además, las lluvias pueden afectar la logística operativa al dificultar la movilidad del personal, generar cancelaciones de última hora o comprometer la calidad del servicio entregado.

Finalmente, el modelo de servicio domiciliario plantea desafíos importantes en cuanto a la confianza del cliente. Al permitir el acceso a su vehículo en espacios personales —como parqueaderos residenciales, cocheras o unidades cerradas—, muchos usuarios pueden manifestar reservas por razones de seguridad, privacidad o cuidado del bien.

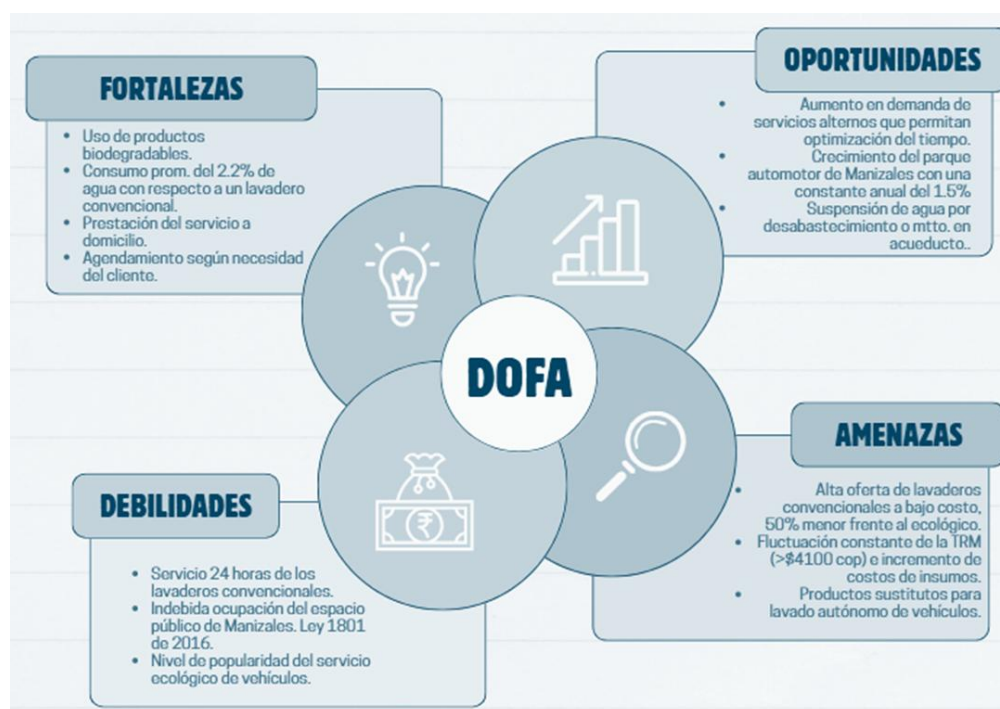


Figura 9
Matriz DOFA para la compañía de lavado ecológico a domicilio
Fuente: Elaboración propia.

Estudio de mercado

El estudio de mercado se plantea como el instrumento que permitirá cuantificar la demanda potencial, caracterizar los segmentos de clientes y comprender los factores que determinan la

decisión de compra; todo ello con el propósito de fundamentar las proyecciones financieras y las estrategias comerciales del proyecto.

Para alcanzar estos objetivos, se diseñó y se aplicó un instrumento de recolección de datos basado en encuestas estructuradas, el cual incluyó preguntas cerradas y escalas Likert para medir las preferencias, los hábitos de consumo y la disposición a pagar por servicios sostenibles. La información recolectada fue procesada mediante técnicas descriptivas como frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia central y de dispersión, que posibilitan una visualización clara de los patrones de comportamiento del mercado objetivo. Adicionalmente, se complementó el análisis primario con fuentes secundarias, como informes sectoriales y estadísticas oficiales de Fenalco, la ANDI y el DANE, para contrastar los hallazgos del público consultado con las tendencias macroeconómicas y demográficas de la región.

- **Diseño de la muestra**

Para lograr que los resultados de la encuesta reflejen con un 95 % de confianza el comportamiento de los 117 153 vehículos de Manizales, se calculó el tamaño de la muestra a partir de la estimación de una proporción. Primero, con $Z = 1,96$ (nivel de confianza 95 %) y asumiendo la máxima varianza ($p = 0,5$), se emplea la fórmula de Cochran (1990):

$$n_0 = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2}$$

donde $e = 6,5\%$ es el margen de error tolerado. A continuación, se aplica la corrección para población finita:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$$

con $N = 117\ 153$, obteniéndose una muestra de 227 encuestas.

En el anexo A se presenta, en formato de hoja de cálculo, el cuestionario completo utilizado para la recolección de datos, incluyendo tanto las preguntas estructuradas como las opciones de respuesta codificadas.

Análisis de las preferencias de los usuarios

Luego de aplicar la encuesta y realizar el análisis de los datos obtenidos por medio de esta se encontró que, debido a la importancia de comprender cómo los hábitos de limpieza vehicular pueden influir en la decisión de contratar un servicio de lavado a domicilio, se planteó una hipótesis que establece una posible relación entre la frecuencia con la que los usuarios lavan su auto y su disposición a adquirir este tipo de servicio. Esta vinculación resulta clave para el modelo de negocio, pues orienta la definición de los segmentos prioritarios y permite ajustar tanto el mensaje de comunicación como la propuesta de valor.

Para validar esta suposición, se cruzaron las categorías de frecuencia de lavado (mensual, quincenal, semanal y ocasional) con una escala de intención de compra (1 a 5). El análisis arrojó un valor de χ^2 de 12,91, claramente superior al umbral crítico de 3,84 ($\alpha = 0,05$), lo que indica que la frecuencia de lavado y la intención de contratación guardan una relación estadísticamente significativa. En la práctica, ello sugiere que quienes lavan sus vehículos con mayor regularidad presentan una mayor predisposición a utilizar Wash and Go, información que resulta esencial para delimitar los segmentos de mercado y priorizar los esfuerzos comerciales.

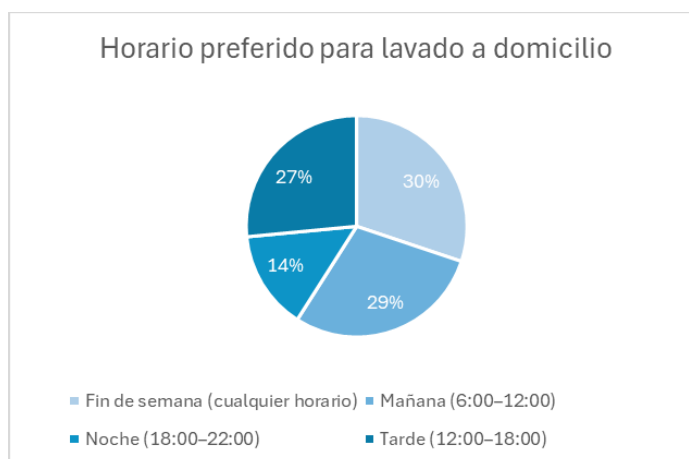


Figura 10
Horario preferido para el lavado a domicilio
Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de profundizar en la segmentación de la demanda del servicio de lavado de vehículos a domicilio, se analizó la distribución de las franjas horarias preferidas por los usuarios que seleccionaron esta modalidad en la encuesta de opción múltiple. El gráfico de torta resultante en la figura 10 permite identificar patrones de comportamiento relevantes para la planificación operativa y el diseño de estrategias comerciales:

- Fines de semana (30 %): Este hallazgo sugiere una mayor disponibilidad de tiempo libre durante el fin de semana, lo cual puede reducir las barreras de acceso y aumentar la conveniencia percibida.
- Mañana (6:00-12:00) (29 %): Este patrón podría estar vinculado a la intención de iniciar la jornada laboral o personal con el vehículo en condiciones óptimas, así como a factores climáticos favorables (menor incidencia de precipitaciones y temperaturas moderadas). Dado que el porcentaje es alto, una estrategia de mercadeo posible es establecer bloques operativos tempranos y promover promociones de *first wash* que incentiven las reservas en esta franja.

- Tarde (12:00-18:00) (27 %): La franja vespertina también reúne un porcentaje significativo de preferencias, lo que evidencia una demanda continua a lo largo del día.
- Noche (18:00-22:00) (14 %): Solo el 14 % de los encuestados opta por el horario nocturno, con lo cual aunque representa una oportunidad de nicho, se sugiere evaluarla con precaución, analizando costos operativos adicionales como los de la iluminación y la seguridad, que generan la necesidad de hacer algunos ajustes en la tarifa del servicio.

El predominio de preferencias en fines de semana y franjas diurnas evidencia la necesidad de ajustar la capacidad operativa y promocional de Wash and Go en dichos periodos.

Tal como se observa en el gráfico de la figura 11, se aprecia que el 40 % de los encuestados prefiere lavar su vehículo con una frecuencia quincenal, y el 16 % de estos corresponde al estrato 3. Este hallazgo revela que los estratos 3 y 4 conforman el segmento principal de demanda periódica, ya que ambos concentran la mayor proporción de respuestas en las categorías quincenal y mensual.

Por el contrario, los estratos 1 y 2 presentan una participación marginal, lo que sugiere posibles restricciones económicas o prácticas de lavado más esporádicas. En el extremo superior, el estrato 5 muestra una baja incidencia en las frecuencias estándar, es decir, “solo cuando está muy sucio”, abriendo la oportunidad para el diseño de servicios *premium* con características diferenciadas (horarios flexibles, productos ecológicos de alta gama, mixes o combos de servicios) que respondan a un perfil de mayor poder adquisitivo.

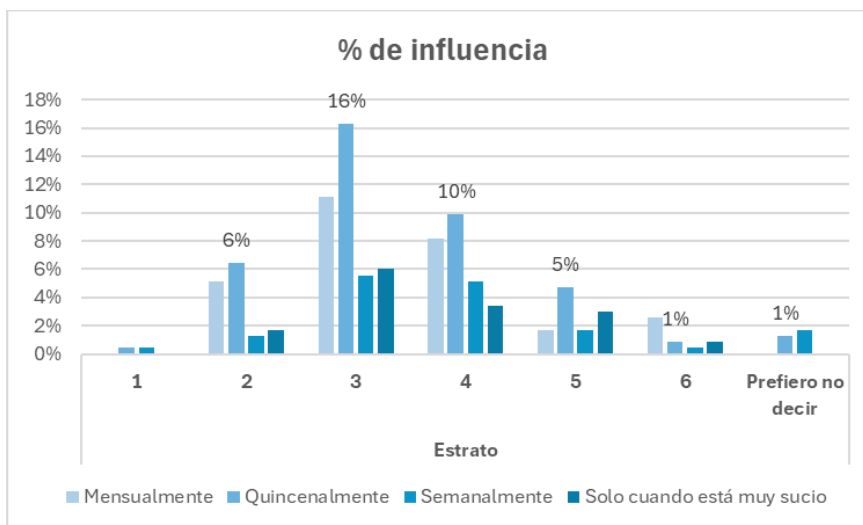


Figura 11
Porcentaje de influencia por estrato
Fuente: Elaboración propia.

El análisis combina métodos cuantitativos y de mercado. Se emplea la tasa compuesta de crecimiento para estimar la flota futura (Kotler, 2012; Malhotra, 2008). Adicionalmente, se realiza un análisis de penetración de mercado y segmentación por hábitos de consumo. Por su parte, Kotler (2012) plantea que la participación de mercado puede descomponerse en penetración de clientes, lealtad y otros factores; en particular, la penetración entre clientes es el porcentaje de compradores en el mercado objetivo. Por otro lado, Kotler y Keller (2012) distinguen diversas bases de segmentación: geográfica, demográfica, psicográfica y conductual. Este estudio se centra en la segmentación conductual (hábitos de uso), pues la encuesta revela distintas frecuencias de lavado. Además, Malhotra (2008) enfatiza la necesidad de perfilar segmentos (estilo de vida, demografía, conductas) para determinar el potencial de mercado.

De las 226 personas con vehículo encuestadas, el perfil demográfico más común corresponde a los estratos 3 y 4 ($\approx 66\%$). Kotler (2012) señala que variables demográficas como los ingresos son clave en la segmentación; en Colombia, esto se refleja en los estratos

socioeconómicos. En cuanto a los hábitos de lavado, los encuestados se distribuyen en cuatro grupos: 17 % lava su carro semanalmente, 40 % quincenalmente, 28 % mensualmente y 15 % solo ocasionalmente. Este patrón permite definir segmentos: intensivos (semanalmente), regulares (cada 15 días) y ocasionales (mensualmente o con menos frecuencia). Kotler (2012) considera la “clasificación de uso” (intenso, medio, poco frecuente) como un criterio segmentador.

Los motivos para probar un servicio innovador corroboran el interés por lo ecológico y cómodo: el 55 % mencionó el ahorro de agua (lavado ecológico) y el 55 % la garantía de satisfacción, seguidos de la rapidez (51 %) y las buenas recomendaciones (48 %). Además, el 85 % de los encuestados mostró una alta disposición (4-5 en escala 1-5) a probar servicios ecológicos innovadores. Estos datos sugieren un alto potencial de penetración: un porcentaje considerable de propietarios de vehículos estarían dispuestos a contratar el servicio. Según Kotler (2012), la alta penetración inicial multiplicada por la lealtad en el uso explica la cuota de mercado.

Mercado objetivo

Con el propósito de analizar la manera en que un nuevo servicio, como el lavado ecológico a domicilio, se difunde entre la población objetivo, se recurre al modelo de Bass, el cual según Cho y Daim (2016) distingue dos fuerzas que impulsan la adopción:

Coefficiente de innovación, p : Refleja la influencia de factores externos (publicidad, comunicación corporativa, notoriedad de la marca).

Coefficiente de imitación, q : Captura el efecto de las interacciones internas entre usuarios (recomendaciones boca a boca, redes sociales, reputación entre pares).

La tasa de adopción instantánea en el tiempo t viene dada por:

$$f(t) = \frac{(p+q)^2}{p} e^{-(p+q)t} \left[1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t} \right]^{-2},$$

mientras que la adopción acumulada hasta el periodo t se expresa como:

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}}$$

Para el servicio de lavado ecológico de automóviles a domicilio en Manizales, los parámetros del modelo de Bass se estimaron en $p = 0,007$ y $q = 0,7$, debido a que los estudios comparativos en economías emergentes, como lo expone Weissmann (2008) en Argentina, muestran que los coeficientes de innovación para tecnologías maduras como la telefonía celular ($p = 0,001$), el acceso a internet ($p = 0,007$) y la banda ancha ($p = 0,004$) reflejan una adopción lenta por parte de los “innovadores” cuando los canales formales predominan, pero su impacto es limitado. Dado que Manizales comparte características de mercado similares (sensibilidad frente al precio y una menor exposición previa a los servicios de nicho), un valor de $p = 0,007$, análogo al del acceso a internet en Argentina, equilibra la novedad del servicio (IA y sostenibilidad) con la moderada propensión local a adoptar por iniciativa propia.

Es preciso indicar que los parámetros citados fueron tomados a partir de evidencia empírica proveniente del sector de las telecomunicaciones/acceso a internet en Argentina, un sector distinto al del servicio propuesto.

En el estudio comparado de Weissmann (2008) para Argentina, los valores de q para telefonía celular (0,70), banda ancha (0,69) y acceso a internet (0,43) evidencian una dinámica de contagio significativamente más intensa que la de la innovación. Además, en la encuesta de prefactibilidad aplicada (anexo A), el 45 % de los encuestados indicó que suele informarse sobre los lavaderos de autos a través de recomendaciones de amigos o familiares, lo cual refuerza

empíricamente la elección de un q elevado. Este hallazgo consolida la expectativa de un crecimiento acelerado de la adopción una vez que se alcance la masa crítica de usuarios.

De acuerdo con el modelo de Bass, en el primer año la penetración alcanza aproximadamente el 1 % del mercado de los potenciales clientes que hayan incorporado el servicio de lavado ecológico a domicilio.

Proyección de la demanda

En Manizales el número de vehículos particulares ha crecido de manera acelerada. Según datos oficiales, el parque automotor pasó de 39 358 vehículos en 2009 a 117 153 en 2022 (Alcaldía de Manizales, 2022). Este incremento casi triplicó la flota en 13 años. Para proyectar la demanda, primero se estima la tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) del parque automotor. La TCAC (o CAGR) calcula el crecimiento promedio anual entre dos valores extremos (The World Bank, 2018).

$$TCAC = \left(\frac{117.153}{39.358}\right)^{\frac{1}{13}} - 1$$

Aplicando lo anterior, se obtiene una TCAC de aproximadamente 8,8 % anual (BBVA, 2024) para 2009-2022. Considerando este crecimiento, el parque estimado sería de ~150 700 vehículos en 2025 (+3 años).

Por otra parte, siendo X la variable aleatoria que denota el número de servicios de lavado al año y considerando la asignación de valores de la tabla 5:

Tabla 5
Valores de f_i , x_i para media aritmética
Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Frecuencia f_i	Valor x_i	$f_i * x_i$
Mensualmente	67	12	804

Quincenalmente	93	26	2.418
Semanalmente	38	52	1.976
Solo cuando está muy sucio	35	6	210
Total	n=233		5.408

la media aritmética anual de servicios de lavado, X , se calcula como:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_i f_i x_i = \frac{5408}{233} \approx 23,23$$

Por lo tanto, cada encuestado realiza en promedio 23,23 lavados al año, lo cual equivale a unos 1,94 servicios mensuales.

Finalmente, en el contexto colombiano y latinoamericano, la trayectoria de crecimiento proyectada para un emprendimiento de lavado de autos a domicilio como Wash and Go se articula en un inicio con tasas superiores al promedio regional, 15 % el primer año, 12 % el segundo y 10 % el tercero, para reflejar la rápida adopción de servicios móviles y estrategias de mercadeo agresivas en el lanzamiento. A partir del cuarto año, esta tasa se modera paulatinamente hacia un crecimiento más sostenible, 8 % en el cuarto año y 7 % en el quinto año, hasta converger con un 6,6 % entre el sexto y el décimo año, en línea con las expectativas de expansión del mercado *on-demand* en América Latina (Grand View Research, 2024). Estas proyecciones consideran la dinámica de un sector aún en consolidación en la región, donde la oferta innovadora de servicios a domicilio y la creciente digitalización han impulsado un desarrollo más rápido que el mercado automotriz tradicional. Dado lo anterior, la demanda proyectada para el primer año se calcula de la siguiente manera:

$$D \approx 150\,700 \text{ (vehículos)} \times 0,01 \text{ (penetración en mercado)} \times 23 \text{ (lavados)} \approx 34\,661 \text{ lavados}$$

Estimación del precio

Para definir una estrategia de precios adecuada y alineada con la percepción de valor del mercado objetivo, se aplicó el modelo de sensibilidad al precio de van Westendorp. La gráfica obtenida se puede apreciar en el contenido de la figura 12, donde es posible asociar los siguientes puntos clave:

- Precio de punto de indiferencia (IDP, por sus siglas en inglés, *indifference price point*): Es el valor donde las curvas de “barato” y “caro” se cruzan. Representa el precio que la mayor parte del público considera justo. Este punto se encuentra aproximadamente en los 47 000 COP.
- Precio de punto óptimo (OPP, por sus siglas en inglés, *optimal price point*): Es el cruce entre las curvas de “muy barato” y “muy caro”. Señala el precio más aceptado y con menor resistencia por parte del mercado. Este valor se encuentra cerca de los 40 000 COP.
- Precio de resistencia superior (PME, por sus siglas en inglés, *point of marginal expensiveness*): Se ubica donde las curvas de “caro” y “muy caro” se cruzan, indicando el límite a partir del cual los clientes perciben el precio como excesivo. Este se presenta alrededor de los 65 000 COP.
- Precio de resistencia inferior (PMC, por sus siglas en inglés, *point of marginal cheapness*): Se determina por la intersección entre las curvas de “barato” y “muy barato”, y representa el punto por debajo del cual el servicio podría percibirse como de baja calidad. Este se sitúa cerca de los 30 000 COP.

En consecuencia, se determina que el rango de precio aceptable para el servicio de lavado de vehículos a domicilio se encuentra entre los 30 000 y los 65 000 COP, siendo el valor óptimo de referencia cercano al rango entre 40 000 y 47 000 COP. Esta franja puede variar según

el tipo de vehículo, la zona geográfica, el valor agregado del servicio (como productos ecológicos o lavado en seco) y la frecuencia de uso.

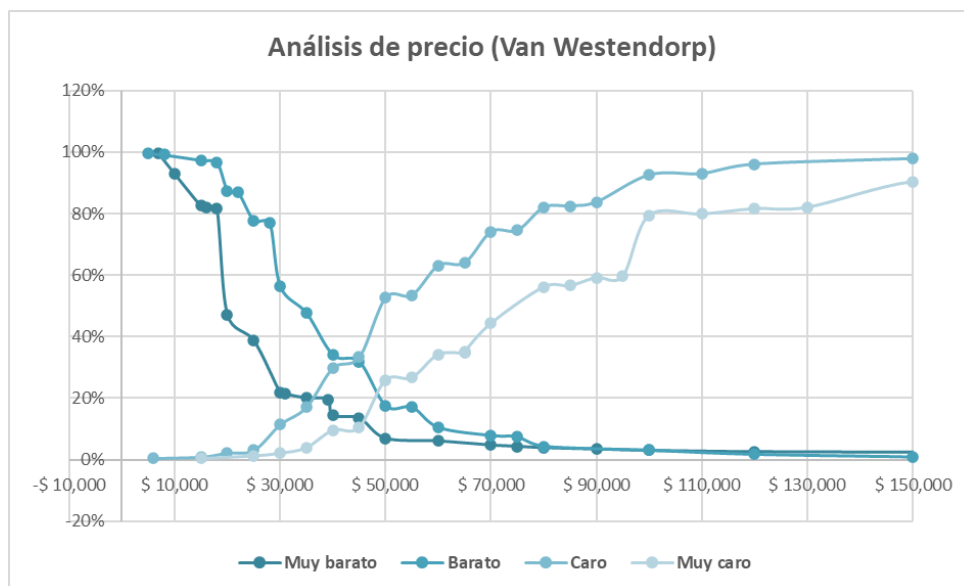


Figura 12
Análisis de precio (van Westendorp)
Fuente: Elaboración propia.

Definición de los recursos técnicos, tecnológicos y operativos

Estudio técnico

Este capítulo tiene como propósito el análisis detallado de los recursos, los espacios y las infraestructuras requeridas para el proyecto. Se definen los lineamientos para la ubicación del centro de operaciones, el dimensionamiento de las instalaciones y la capacidad operativa de la flota móvil, buscando siempre optimizar los costos y garantizar un servicio de alta calidad.

Tamaño óptimo del proyecto

Número de equipos necesarios: Se estima que cada equipo móvil (vehículo adaptado con equipamiento de lavado) pueda llevar a cabo 4 servicios por jornada laboral, de los cuales

cada lavada puede tardar entre 60 y 90 minutos en ejecución, sumado a los tiempos de desplazamiento. En 250 días/año, un equipo móvil estaría en la capacidad de cubrir 1 000 lavados anuales. Para cubrir $\approx 34\,661$ lavados/año (año 1), se requerirían ≈ 34 vehículos ($34\,661/1\,000$).

Personal operativo: Cada equipo móvil operaría con un equipo de 1 persona (agente de limpieza), lo cual lo hace proporcional a la cantidad de vehículos necesarios. Adicionalmente se requeriría personal logístico y administrativo para coordinar las rutas y las reservas.

Insumos: Cada servicio emplea productos ecoeficientes (detergentes biodegradables, ceras especiales) y materiales reutilizables (microfibras, cepillos, aspiradoras portátiles). Se estiman unos 0,1 L de solución de limpieza por lavado, lo que implica $\sim 3\,466$ litros/año en el año 0 ($34\,661 \times 0,1$ L), y el consumo de agua es de 5 litros/lavado, con un precio aproximado de 10 COP/lavada.

Localización

Con base en la caracterización del mercado objetivo y los criterios técnicos definidos previamente, se seleccionó la zona de Palermo como la ubicación más adecuada para establecer el centro de operaciones del proyecto. Esta decisión responde, en primer lugar, a la coincidencia entre el perfil sociodemográfico del sector y los resultados de la encuesta aplicada, en la que se identificó que más del 80 % de los potenciales usuarios del servicio pertenecen a los estratos 3 y 4. Palermo es un barrio predominantemente estrato 3, con fuerte presencia de estrato 4, lo que lo convierte en un punto estratégico para atender la mayor parte de la demanda proyectada.

Adicionalmente, su cercanía a importantes corredores viales como la avenida Kevin Ángel y la carretera Panamericana facilita una cobertura eficiente de las zonas de mayor concentración vehicular, garantizando desplazamientos promedio inferiores a los 25 minutos hacia los

principales sectores residenciales y comerciales de la ciudad. Desde el punto de vista técnico, Palermo cuenta con un acceso confiable a servicios públicos esenciales (agua, energía y cobertura móvil) y ofrece locales en el rango de 650 000 a 1 100 000 COP mensuales para áreas entre 60 m² y 80 m².

En cuanto al dimensionamiento del local, y considerando la operación proyectada con 34 equipos móviles de lavado, se evaluó la posibilidad de realizar un almacenamiento apilado hasta en tres niveles, lo cual permite optimizar significativamente la superficie requerida. Así mismo, se optó por una estrategia de inventario con un máximo de 15 días de insumos en *stock*, lo que reduce la necesidad de espacio sin comprometer la continuidad operativa.

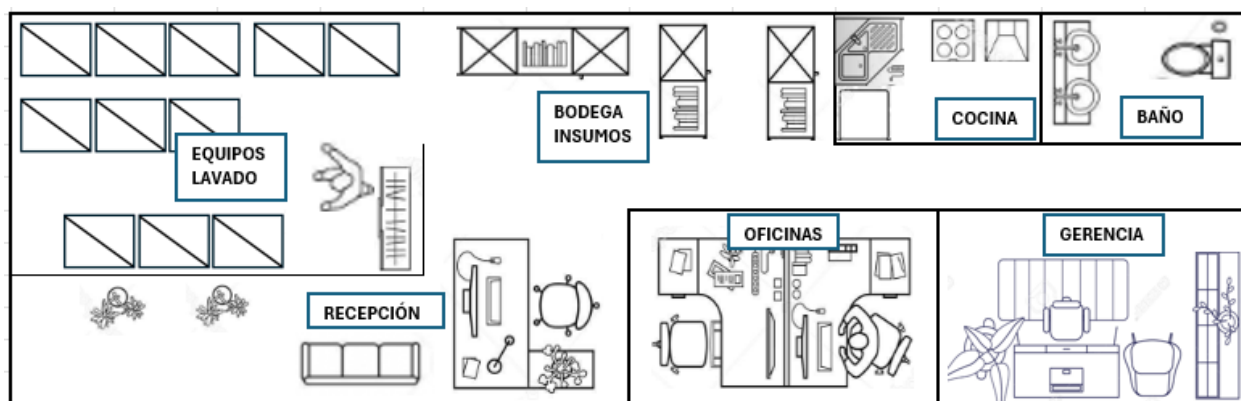


Figura 13
Distribución en el centro de operaciones
Fuente: Elaboración propia.

Con base en estos ajustes, el área estimada para el centro de operaciones incluye una distribución propuesta como la que se observa en la figura 13, comprendiendo un local de 6 m x 14 m para un área total efectiva de 84 m². De ello, se asigna un área de 28 m² para el almacenamiento de equipos e insumos, 21 m² para oficinas del personal requerido en base, 8 m² para misceláneos (cocina, baño) y lo restante corresponde a áreas comunes y de tránsito.

Plataforma de IA y de agendamiento

Servidor en la nube (*hosting* con 99,9 % *uptime* mínimo) que aloja: Módulo de geolocalización (mapas *offline/online* de Manizales). Algoritmo de optimización de rutas basado en las distancias reales y el tráfico estimado. *Chatbot* de atención 24/7 (tramita solicitudes y genera cotizaciones automáticas basadas en el tipo de vehículo y la ubicación). *Backend* para la asignación automática de equipos según la cercanía y el nivel de carga de trabajo.

Flujograma de procesos

Tomando como referencia la dinámica que implica la prestación de servicios por parte de la compañía Wash and Go, se ha establecido el flujograma de procesos que determina el inicio de operación con la primera entrada en el proceso vista como la solicitud del cliente. Luego de ello, se experimentan algunas etapas en la logística hasta el objetivo deseado del servicio a satisfacción y su respectivo cobro. Estas etapas se visualizan en la figura 14, que se comparte a continuación. No obstante, cabe resaltar algunos factores clave de dichas etapas, como el tiempo de respuesta del *chatbot* ≤ 2 min, la optimización de las rutas en línea mediante IA, el rol del centro de operaciones y los reportes del servicio con evidencias fotográficas.



Figura 14
Flujograma para el proceso operativo de Wash and Go
Fuente: Elaboración propia.

Tecnología

Es en este punto donde se describen las soluciones tecnológicas específicas, tanto de *hardware* como de *software*, que brindan soporte a los servicios ofrecidos al mercado con elementos diferenciadores en la optimización de procesos.

- **Tecnología para operación**

- Motobombas de 12 V con bajo consumo energético (<0,15 kW/h por inicio). Precio promedio estimado en USD 50 (~200 000 COP).
- Aspiradora en seco de motor 12 V, capaz de aspirar polvo y detritos sin necesidad de agua. Precio promedio estimado USD 70 (~280 000 COP).
- Batería 12 V 4 A de corriente directa. Precio promedio estimado en USD 12 (~48 000 COP).

- **Plataforma de inteligencia artificial y *software***

Cabe resaltar que lo descrito en este capítulo se toma bajo la premisa de que se contratará a una persona que se encargará de cada uno de los desarrollos mencionados, identificada como analista IA. Luego, el salario mensual de este colaborador constituye el presupuesto de inversión relacionado con el desarrollo web/aplicativo/algoritmo de IA.

- Módulo de optimización de rutas (algoritmo heurístico): Algoritmo basado en la variante de “Vecino más cercano” reforzado con datos históricos del tráfico en horas pico y eventos locales (profundiza en distancias reales entre puntos, minimizando el kilometraje y el tiempo). Ajuste dinámico en el cual cada 15 min se reevalúan las rutas según los nuevos pedidos o las cancelaciones.
- *Chatbot* conversacional (NLP básico en español): Integra respuestas preconfiguradas a preguntas frecuentes (servicios, precios, políticas de cancelación). Registra la intención del cliente (“lavado interior y exterior”, “encerado”, “polichado”, entre otros) y envía parámetros al motor de cotización.
- *Dashboard* de gestión (*frontend web*): Monitorea en tiempo real la ubicación GPS de cada moto (mapa interactivo) y contiene historias de servicios con el registro de cada lavado con fotos y *feedback* de los clientes.
- *Backend*/base de datos: Servidor alojado en servicio con base en AWS, base de datos SQL (MySQL/PostgreSQL) para órdenes, rutas y perfiles de clientes. API REST que expone funciones para crear/editar/eliminar órdenes, consultar historial de clientes y equipos, y actualizar los estados de servicio. Precio promedio estimado USD 30/mes (~120 000 COP).

- Seguridad y cifrado: HTTPS/TLS para toda la comunicación entre *app*, *chatbot* y servidor y *tokens* JWT para las sesiones de los usuarios y la autenticación de los lavadores.
- **Herramientas de control y monitoreo**
 - GPS Tracker: Dispositivo simple instalado en cada motocicleta para registrar su ubicación en intervalos de 30 s. Precio promedio estimado USD 25 (~100 000 COP).
 - *App* móvil de seguimiento para el líder de operaciones. Costo para subir la *app* a Google Play USD 25 (~100 000 COP) (pago único); costo para subir la *app* a Apple App Store USD 99/año (~396 000 COP).
- **Herramientas para el mantenimiento**
 - Cargador de baterías de 12 V. Precio promedio estimado USD 15 (~60 000 COP).
 - Kit de herramientas básicas como lubricantes, destornilladores y llaves. Precio promedio estimado USD 62 (~250 000 COP).

Marco normativo ambiental y legal

Legislación comercial

En principio, durante el desarrollo del presente documento se especificó que la actividad económica de interés se encuentra clasificada en la clase 4520 del CIIU bajo la descripción “Mantenimiento y reparación de vehículos automotores”. El Código de Comercio (Decreto 410 de 1971, art. 20) establece que, para todo efecto legal, se reconocen como mercantiles las empresas de construcción, reparación, compra y venta de vehículos para el transporte por diversos medios. Dicho esto, es de expreso cumplimiento el registro mercantil para el proyecto

de creación de una empresa de lavado ecológico de vehículos livianos en la ciudad de Manizales (Decreto 410 de 1971, art. 20).

Por su parte, el registro mercantil, que no es más que la matrícula que identifica a los comerciantes y sus establecimientos de comercio con la inscripción de todos los documentos que exige la ley, deberá presentarse ante la Cámara de Comercio de Manizales por Caldas, entidad que acredita y hace pública la calidad de comerciante para quien lo solicita. La Cámara de Comercio cuenta con un tiempo estimado de 6 días hábiles para brindar respuesta (CCMPC, 2025). Dicha solicitud puede realizarse en línea a través del portal institucional. No obstante, es importante tener claridad sobre el siguiente derrotero, que abarca las generalidades más importantes durante el registro mercantil (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2025):

- Definir el tipo de matrícula (persona natural o jurídica).
- Verificar la disponibilidad de nombre de la empresa.
- Elegir el código CIIU de la actividad económica que aplica.
- Conocer los requisitos para adquirir el registro único tributario (RUT).
- Iniciar el proceso de formalización del registro único empresarial y social (RUES).
- Liquidación y pago.

El costo de la matrícula mercantil en el 2025 en Manizales, así como su renovación, se liquida en UVB según lo establecido por la normativa nacional que regula las tarifas por registro y renovación (Decreto 0045 de 2024), conforme lo indica la tabla 6):

Tabla 6
 Costo de la matrícula mercantil en Manizales 2025
 Fuente: Gobierno Nacional, 2024.

Rango de activos desde (COP)	Rango de activos hasta (COP)	Tarifa aplicada
Más de 0	75 088 000	$23\,104 + 8\,086,4 \times (\text{activos}/1\,000\,000)$
Más de 75 088 000	288 800 000	$548\,720 + 4\,043,2 \times (\text{activos} - 75\,088\,000)/1\,000\,000$
Más de 288 800 000	750 880 000	$1\,296\,712 + 1\,155,2 \times (\text{activos} - 288\,800\,000)/1\,000\,000$
Más de 750 880 000	7 508 800 000	$1\,758\,792 + 519,84 \times (\text{activos} - 750\,880\,000)/1\,000\,000$
Más de 7 508 800 000	23 104 000 000	$4\,799\,856 + 288,8 \times (\text{activos} - 7\,508\,800\,000)/1\,000\,000$
Más de 23 104 000 000	En adelante	$8\,698\,656 + 144,4 \times (\text{activos} - 23\,104\,000\,000)/1\,000\,000$ (hasta 11 552 000)

Adicionalmente, el formulario RUES para el 2025 tiene un costo equivalente a 0,7 UVB (aprox. 8 100 COP) (CCMPC, 2025).

Finalmente, la Ley 1727 de 2014 (art. 31) establece las consecuencias que acarrea no renovar la matrícula mercantil o RUES, lo cual es sancionado no solo económicamente, sino que se puede llegar a la depuración del RUES, con la situación jurídica de disuelta y en liquidación para la sociedad que incumpla (Ley 1727 de 2014, art. 31). Además, el Código de Comercio sanciona, en su artículo 37, el ejercicio de la actividad de comerciante sin la debida matrícula (Decreto 410 de 1971, art. 37).

Legislación tributaria

En términos generales, la tributación en Colombia hace referencia al grupo de impuestos y obligaciones fiscales con los que deben cumplir todas las personas y las empresas en el territorio nacional. Es aquí donde toma acción la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), que tiene como objeto coadyuvar a garantizar la seguridad fiscal del Estado colombiano y la protección del orden público económico nacional (DIAN, 2025). El Decreto 1742 de 2020 regula la administración de determinados tributos a la DIAN (Decreto 1742 de 2020). El Decreto 1625 de 2016 (art. 1.2.1.1.2) define las corporaciones con fines de lucro, una vez estas perciben rentas susceptibles de distribuirse total o parcialmente a cualquier persona natural o jurídica.

Por todo lo anterior, una empresa de lavado ecológico de vehículos livianos en la ciudad de Manizales se percibe como una corporación con fines de lucro y bajo una matrícula de persona jurídica, obligada a dar cumplimiento a la normativa tributaria. Según la DIAN (2023), los empresarios o emprendedores pueden optar por someterse al régimen simple de tributación (RST), un sistema que favorece mediante la generación de ahorros durante el pago de impuestos. Sumado a ello, la corporación objeto de estudio del presente documento será responsable de dar cumplimiento a los siguientes impuestos:

- Impuesto a la renta (35 %).
- Retención en la fuente (2 %).
- Impuesto sobre el valor añadido (IVA) (19 %).
- Impuesto de industria y comercio consolidado (ICAC) (0,5 al 1,5 %).
- Tasa retributiva por vertimientos puntuales (MinAmbiente) (92,29 COP/kg SST).

Este último se encuentra amparado por lo decretado y definido en el Decreto 2811 de 1974 (art. 18), donde se define que la utilización directa o indirecta de recursos renovables para introducir

o arrojar aguas negras que sean resultado de actividades lucrativas estará sujeta al pago de tasas retributivas para el patrocinio de proyectos de inversión en la descontaminación hídrica y el monitoreo de la calidad del agua (MinAmbiente, 2025).

- **Facturación electrónica**

Cabe traer a colación la obligación de todas las personas que tengan la calidad de comerciantes, pues según el Estatuto Tributario (art. 615), deberán expedir factura o un documento equivalente, independientemente de si son contribuyentes o no de los impuestos administrados por la DIAN. No obstante, la facturación puede ser electrónica siempre y cuando sea previamente validada por la DIAN, según el contenido de la resolución 000165 de 2023 (DIAN, 2023). Para hacer uso de la facturación electrónica se necesita estar registrado en el RUT, obtener un certificado de firma digital y contar con un *software* de facturación electrónica (DIAN, 2023). Según las soluciones encontradas, se presenta la siguiente tabla 7 como resumen de cotización:

Tabla 7
Soluciones para la facturación electrónica en Colombia
Fuente: Elaboración propia.

Software	Precio anual (COP)	Modalidad	Documentos incluidos	Usuarios	Características destacadas	Diferenciador clave
Facturación gratuita DIAN	Gratis	En línea	Ilimitados	1	Emisión de facturas, notas débito y crédito, validación en tiempo real, certificado de firma digital gratuito	Solución oficial de la DIAN, sin costo, ideal para pequeños contribuyentes y empresas que inician su proceso de digitalización

Siigo	Desde 108 900	En línea	24 a 1 500	1	Integración con Mercado Pago, notificaciones por WhatsApp, aplicación móvil, CRM, seguimiento de cartera	Planes escalables según el volumen de documentos, integración con múltiples métodos de pago
Alegra	Desde 1 000 000	En línea	Ilimitados	Ilimitados	Firma digital incluida, cumplimiento con la DIAN, sistema POS, gestión de inventarios, soporte 24/7	Facilidad de uso, soporte continuo, integración con múltiples plataformas de pago y contabilidad
Odoo (Borner)	10 548 000	En línea	Ilimitados	Ilimitados	ERP completo con contabilidad, nómina, conciliación bancaria, impuestos, infraestructura incluida, soporte especializado	Solución todo en uno, ideal para empresas que buscan integrar múltiples procesos en una sola plataforma
Afacturar	468 000	En línea	Ilimitados	Ilimitados	Almacenamiento ilimitado, acceso API, soporte telefónico/virtual	Usuarios y almacenamiento ilimitados, integración con SISPRO
All in Soft	Desde 646 800	En línea	100 a 1 000	Hasta 3	Sistema POS personalizable, soporte vía WhatsApp, mantenimiento incluido	Desarrollo personalizado y soporte directo

Facturo Colombia	Desde 219 990 (2 años)	En línea	50 a 500	1	Planes con vigencia de dos años, recarga de documentos según la necesidad	Pago único por dos años, ideal para bajo volumen de facturación
MasControl	Desde 600 000	En línea	Ilimitados	1 a 8	Facturación POS, nómina electrónica, inventario, soporte y capacitación incluidos	Capacitación personalizada y actualizaciones en tiempo real
Cuenti	Desde 750 diarios	En línea	Ilimitados	No especificado	Software contable y administrativo, control de inventarios, informes detallados	Facilidad de uso y adaptabilidad para diferentes tipos de negocios
Software GBS	Desde 1 690 000	Instalación local	No especificado	1	Contabilidad para múltiples empresas, capacitación personalizada, asistencia continua	Doble de plan al pagar en línea, ideal para contadores con múltiples empresas
Softpymes	No especificado	En línea	No especificado	Mínimo 5	Certificado de firma digital incluido el primer año, soporte y actualizaciones	Certificado de firma digital incluido el primer año

Razón y objeto social

La propuesta del proyecto es la creación de la empresa bajo la razón social Wash and Go SAS, constituyéndose como una sociedad de acciones simplificadas, con el objeto social de

“Prestación de servicios de lavado, limpieza, mantenimiento y *detailing* de vehículos automotores junto al desarrollo, la administración y el otorgamiento de franquicias para la operación de estos servicios en diferentes ubicaciones del territorio nacional”.

Análisis ambiental

Con el transcurso de los años han tomado considerable fuerza el estudio y la definición del impacto ambiental que se deriva de toda actividad humana, bien sea con fines comerciales o sin ellos, pero que provoca un cambio tanto positivo como negativo sobre la calidad del aire, el agua, la flora, la fauna y el ecosistema en general. En esta oportunidad, el análisis se concentra en una empresa de lavado ecológico de vehículos livianos que de manera intuitiva afecta directamente el recurso hídrico en la ciudad de Manizales, donde se estima que será el origen de operación y el lugar de posibles vertimientos.

Cumplimiento de los parámetros para vertimientos puntuales

La Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece las características del parámetro de temperatura y de la zona de mezcla térmica para cualquier actividad industrial o comercial (art. 5), especificando un valor límite de 40,00 °C para el vertimiento de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado público. De igual manera, en el artículo 16 de la presente resolución se establecen los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites permisibles para vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas al alcantarillado público, donde se destacan valores máximos tales como 6 a 9 unidades de pH, 50,00 mg/L de sólidos suspendidos totales (SST), 10,00 mg/L de grasas y aceites, 1,00 mL/L de sólidos sedimentables (SSED), etc. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, arts. 5, 16).

Es decir, el Estado colombiano ya tiene de manera preestablecida los parámetros que son objeto de análisis y reporte frente al vertimiento puntual de aguas residuales a fuentes hídricas o sistemas de alcantarillado. Para ello, existe un monitoreo ambiental que se entiende como el sistema continuo de observación, medición y evaluación de las variables que definen y representan los fenómenos naturales (Corpocaldas, 2024). Dicho monitoreo es ejercido por parte de las autoridades ambientales que se encuentran en la obligación de garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes relacionadas con el componente agua.

Autoridades ambientales

Frente al cuidado y la preservación de los recursos naturales, el Gobierno nacional actúa a través de las corporaciones autónomas regionales en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En el departamento de Caldas, dicha función es responsabilidad de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas), la cual actúa conforme a los lineamientos nacionales, pero con criterios técnicos adaptados al contexto geográfico y ambiental de la región (Corpocaldas, 2023).

Corpocaldas evalúa cualquier solicitud o requerimiento teniendo en cuenta los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015, así como el impacto potencial sobre las cuencas hídricas estratégicas de la región, como la del río Chinchiná. La documentación debe radicarse ante Corpocaldas, ya sea presencialmente (Carrera 23 # 23-06, Manizales) o por medio del sitio web institucional www.corpocaldas.gov.co. El costo del trámite varía según el tipo y el caudal del vertimiento, y puede oscilar entre 2 y 5 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV) para proyectos industriales de tamaño medio.

En Manizales, la autorización de vertimientos al alcantarillado público también requiere el aval de la empresa de servicios públicos Aguas de Manizales SA ESP, bajo los estándares definidos en la normativa aplicable (Aguas de Manizales SA ESP, s. f.; Resolución 0330 de 2017).

Sanciones y multas

Ahora bien, en el marco normativo colombiano la Ley 2111 de 2021 establece en su artículo 334 que toda acción que contamine, provoque o realice directa o indirectamente vertimientos que puedan generar un efecto nocivo en el ambiente, en la salud de las personas o en los recursos puede incurrir en una sanción de hasta 50 000 SMLMV o un periodo de 69 a 140 meses de prisión (Ley 2111 de 2021).

No obstante, la Ley 1333 de 2009 también resulta ser un instrumento importante de juicio durante la valoración de un delito ambiental, dado que establece el procedimiento sancionatorio para estos casos, complementada con la Resolución 2086 de 2010, que especifica la tasación de multas a través de la siguiente ecuación (Ley 1333 de 2009; Resolución 2086 de 2010):

$$Multa = B + ((\alpha \cdot i) \cdot (1 + A) + C_a) \cdot C_s$$

Donde se destaca la variable B como el beneficio ilícito obtenido por el infractor, y unas constantes de grado de afectación ambiental (i), factor de temporalidad (α), entre otras. Cabe resaltar que el grado de afectación es directamente proporcional a los atributos establecidos de intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad y recuperabilidad. Es decir, el Estado colombiano toma en consideración toda el área que puede llegar a verse afectada, el tiempo que tarde el efecto de dicha afectación y la capacidad del recurso para volver a sus condiciones anteriores, bien sea por medios naturales o a través de la implementación de medidas de gestión ambiental.

En conclusión, tomando en consideración el bajo consumo de agua durante cada servicio, tal como se mencionó en el estudio técnico, tratándose de tan solo 5 L/servicio, se observa que el porcentaje de sólidos suspendidos también resulta bajo, y con ello se prevé una mayor facilidad para dar cumplimiento a lo instaurado por las entidades ambientales territoriales.

Estructura organizacional

Enfoque estratégico

Misión

Garantizar servicios de lavado y embellecimiento de alta calidad para vehículos empleando tecnologías ecológicas que cuidan el medioambiente y ofreciendo una experiencia ágil, oportuna y responsable con nuestros clientes.

Visión

Crear la compañía más ampliamente reconocida en el sector al combinar técnicas de lavado novedosas, y transformar la industria mediante la implementación de soluciones basadas en inteligencia artificial (IA).

Valores corporativos

Wash and Go SAS fomenta una cultura organizacional cuyas operaciones estén alineadas con los siguientes valores corporativos:

- Enfoque en el cliente.
- Transparencia en el servicio.
- Seguridad en nuestros canales.

Estructura organizacional

Teniendo en cuenta el enfoque de la compañía en la búsqueda de soluciones integrales en el sector del lavado ecológico de vehículos, se plantea un esquema vertical o jerárquico para la estructura de la organización, que permite atender los principales procesos del negocio, como se aprecia en la figura 15. Se debe tener presente que esquemáticamente solo se realiza la

representación de 2 agentes de limpieza, pero no se determina la cantidad total operativa, que como se observa en apartados anteriores resulta ser de 34 agentes de limpieza.



Figura 15
Estructura organizacional de Wash and Go
Fuente: Elaboración propia.

Roles y funciones

- **Gerente general:** Profesional en áreas administrativas o afines, con la competencia de liderar de manera visible, capaz de expresar ideas de manera clara, orientado hacia los resultados y con alta capacidad de adaptación y flexibilidad ante los cambios del mercado. Estará a cargo de las decisiones financieras, el establecimiento de objetivos y métricas, y el direccionamiento general de la compañía.
- **Coordinador técnico/logístico:** Profesional logístico o en áreas afines, con la capacidad de liderar equipos de personas, tomar decisiones ágiles y trabajar

bajo presión. Estará a cargo de los procesos logísticos derivados de la operación de la compañía, la resolución de averías y la propuesta de mejoras técnicas. Sumado a lo anterior, se incluye la gestión integral de su equipo de trabajo.

- **Analista IA:** Ingeniero de sistemas, programación, electrónico o de áreas afines, con conocimientos en programación, análisis de data y entendimiento de los modelos de IA. Estará a cargo de la generación de soluciones basadas en IA para la optimización de los procesos logísticos de la compañía, el agendamiento de citas y la personalización de los clientes.
- **Auxiliar administrativo:** Tecnólogo administrativo, contable o en áreas afines, con alto desempeño en herramientas digitales, poder de análisis y un pensamiento estructurado en procesos contables y administrativos. Estará a cargo de dar soporte constante a la gerencia general y la coordinación técnica.
- **Agente de limpieza:** Bachiller académico con destacable sentido de pertenencia, inspirado en la atención al cliente y promotor de los pequeños detalles. Estará a cargo de la limpieza de los vehículos y la prestación de servicios de *detailing* y lavado a domicilio. Debe tener pase de conducción de motocicleta y saber conducir carro. También deberá tener moto propia y se le pagará una prima de rodamiento.

Costos fijos de la estructura organizacional

Así mismo, se presenta un breve resumen que especifica el costo total de la estructura requerida para la puesta en marcha del proyecto de una compañía dedicada al lavado ecológico de vehículos en la ciudad de Manizales. Es importante mencionar que los costos unitarios de la tabla 8 se calculan tomando como referencia el SMMLV aprobado por el Gobierno nacional para

el 2025 y tomando en consideración la carga prestacional que representa cada colaborador para la compañía.

Tabla 8
Costos mensuales de plantilla de Wash and GO
Fuente: Elaboración propia.

Cargo	Cantidad	Costo unitario (COP)	Costo total (COP)	Tipo de contrato	Modalidad
Agente de limpieza	34	2 029 198	68 992 732	Término fijo	Trabajo presencial
Analista IA	1	2 500 000	2 500 000	Prestación de servicios	Trabajo remoto
Auxiliar administrativo	1	2 029 198	2 029 198	Término fijo	Trabajo presencial
Coordinador técnico/logístico	1	2 743 796	2 743 796	Término fijo	Trabajo híbrido
Gerente general	1	3 658 395	3 658 395	Término indefinido	Trabajo híbrido
<u>Costo de plantilla mensual</u>			79 924 121		

Estudio financiero y de riesgos

La esencia del estudio financiero radica en la posibilidad de analizar y evaluar la asertividad de la inversión en el proyecto descrito. Esto lleva a una revisión coherente de los costos, los ingresos, las formas de financiamiento, entre otros aspectos, que posibilita la toma de decisiones informadas y una visión clara del retorno de dicha inversión. A continuación, se expone lo referente al gasto de capital (CAPEX, por sus siglas en inglés, *capital expenditure*), la participación accionaria (en inglés, *equity*), el flujo de caja neto y los indicadores financieros que constituyen los elementos definitivos para la toma de decisiones en aras de una posible inversión.

Gasto de capital (CAPEX)

Es de suma importancia garantizar un buen desarrollo económico del proyecto, por lo que en este apartado se presenta la estimación del CAPEX, entendido como la inversión inicial necesaria para poner en marcha la operación de Wash and Go. Este cálculo incluye todos aquellos desembolsos destinados a la adquisición de bienes duraderos, la infraestructura operativa básica y los gastos legales requeridos para la constitución formal de la empresa.

En primer lugar, se contemplan los costos asociados a la adquisición de maquinaria y equipo, los cuales representan una parte significativa del CAPEX. Este componente incluye la compra de 34 kits de lavado, compuestos por motobombas de 12 voltios, aspiradoras en seco y baterías portátiles de 12 V, cada uno de los cuales permitirá la operación autónoma del agente de limpieza en campo. A estos equipos se suman 34 dispositivos GPS, los cuales facilitan el rastreo y el monitoreo en tiempo real de la ubicación de cada equipo, como parte integral del sistema de planificación basado en la IA. El valor consolidado de estos equipos asciende a 21 352 000 COP.

Sumado a lo anterior, se contempla un valor de 875 000 COP, correspondiente al arriendo inicial del espacio físico requerido para el centro de acopio, entendido como el pago anticipado o depósito de garantía que permite habilitar el inmueble para el uso logístico y administrativo. Aunque el arrendamiento mensual se categoriza como un gasto operativo, este primer pago es considerado parte de la inversión de capital por su naturaleza única y no recurrente.

En cuanto a los aspectos legales y administrativos, se incluyen los trámites requeridos para la constitución de la empresa, tales como el pago de la matrícula mercantil y el formulario RUES, con un costo conjunto de 190 668 COP, los cuales permiten formalizar la existencia jurídica de la organización ante la Cámara de Comercio y las demás entidades regulatorias.

Para contar con el algoritmo de optimización de rutas e inteligencia de negocio totalmente operativo antes del lanzamiento, se añade un gasto único de 22 000 000 de COP, correspondiente a las horas de los desarrolladores, las licencias de los *frameworks* y las pruebas de carga. La puesta en línea de la *app* en Google Play (pago único) y en Apple App Store (tarifa anual), indispensable para que el cliente pueda descargar la aplicación desde el primer día uno, suma 100 000 COP y 396 000 COP, respectivamente.

Recopilando todo lo anterior, el gasto de capital estimado para el proyecto asciende a un total de 44 913 668 COP, lo cual representa la inversión mínima necesaria para iniciar las operaciones con una infraestructura técnica y legal adecuada. Esta inversión se distribuye principalmente entre 2 rubros, tal como se observa en la figura 16: compra de equipos y desarrollo de *software*, es decir, el 52 % de la inversión inicial se verá reflejado en un mismo mes, mientras que el 48 % restante será consignado mes a mes en partes iguales hasta un estimado final de 6 meses.

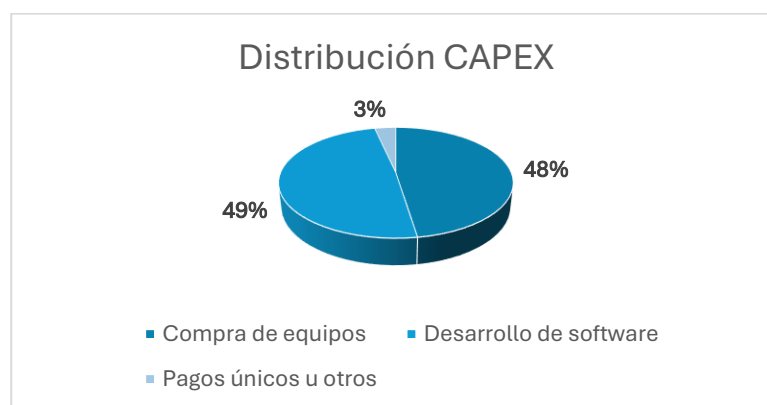


Figura 16
Distribución del CAPEX
Fuente: Elaboración propia.

Participación de los inversionistas (equity)

Para complementar el análisis financiero, a continuación se presenta el análisis de *equity*, entendido como el capital aportado por los socios fundadores y otros inversionistas, así como su participación relativa dentro de la estructura de financiamiento del proyecto.

Los recursos propios constituyen la primera fuente de financiamiento y reflejan el compromiso de los promotores con la iniciativa. Para Wash and Go, se ha definido un aporte inicial del total del proyecto por parte de los socios fundadores, distribuido de la siguiente manera:

Socio A (fundador principal): (60 % del *equity*).

Socio B (cofundador): (30 % del *equity*).

Socio C (inversionista ángel): (10 % del *equity*).

Este capital propio cubrirá totalmente el CAPEX de 42 137 668 COP. El costo de *equity* se proyecta en un 18 % anual, estimación basada en las tasas de retorno exigidas por inversionistas de capital privado en proyectos similares de servicios y tecnología en Colombia. Este porcentaje incorpora:

- Un *premium* de riesgo por operar en un mercado emergente y con un componente innovador (IA).
- La expectativa de rentabilidad exigida por un inversionista ángel, que normalmente oscila entre 15 % y 25 % al año.

Con estos parámetros, el servicio de Wash and Go deberá generar un retorno sobre *equity* (ROE) superior al 18 % anual para satisfacer las expectativas de sus aportantes. En el modelo de proyección de flujo de caja se integra este costo de capital como una carga de dividendos potenciales a distribuir, asegurando que la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto

supere al menos en 3 puntos porcentuales el costo del *equity*, es decir, una TIR mínima objetivo del 21 %, acorde con los buenos estándares de inversión para *startups* del sector de los servicios.

Flujo de caja del proyecto

Para proyectar el flujo de caja del proyecto se tienen algunos supuestos, entre ellos el aumento del IPC, para el cual según el IMF en Colombia se proyecta un 4,7 % de variación anual de los precios al consumidor en el 2025 y se toma como referencia una inflación ubicada en el 4 %, de acuerdo con lo registrado por el DANE como variación anual para el 2025.

El flujo de caja proyectado para Wash And Go, con un IPC inicial del 4,70 % y un capital de trabajo equivalente al 2,98 % de los activos operativos, exhibe una rápida generación de ingresos desde el primer año. Los ingresos por ventas aumentan de 1 507 millones de COP en el primer año a 5 271 millones de COP en el décimo año, sustentados en una expansión anual de servicios de lavado del 15 % en principio y suavizado hasta un 7 % al cabo de 10 años, acompañada por un incremento gradual del precio de venta ajustado por la inflación. La estructura de costos variables (materia prima, auxilio de rodamiento y salarios de agentes de limpieza) se mantiene comprendida entre el 50 % y el 60 % de los ingresos, permitiendo que la utilidad bruta escale de 288 millones de COP a 1 233 millones de COP a lo largo del horizonte de 10 años. El desarrollo de este flujo de trabajo se puede revisar en el anexo B. En la figura 17 se comparte la evolución del flujo de caja desde el inicio hasta el final del horizonte de evaluación.

Ahora bien, simulando lo vivido durante el tiempo posterior a la pandemia del covid-19 y estableciendo una variación del IPC para el segundo año del 13,2 %, tal como finalizó el 2022, replicando a su vez valores de los años posteriores hasta llegar nuevamente a la franja del 4,8 % en el quinto año, se evidencia cómo la operación de Wash and Go tomaría alrededor de 5 años para retornar a un flujo de caja positivo, siempre y cuando la demanda del servicio solo se vea reducida en un 5 % durante el segundo año y crezca de manera conservadora el resto del

intervalo propuesto de 10 años. Esto brinda información relevante sobre cómo se comportaría la rentabilidad del proyecto ante un evento de magnitudes sin precedente.

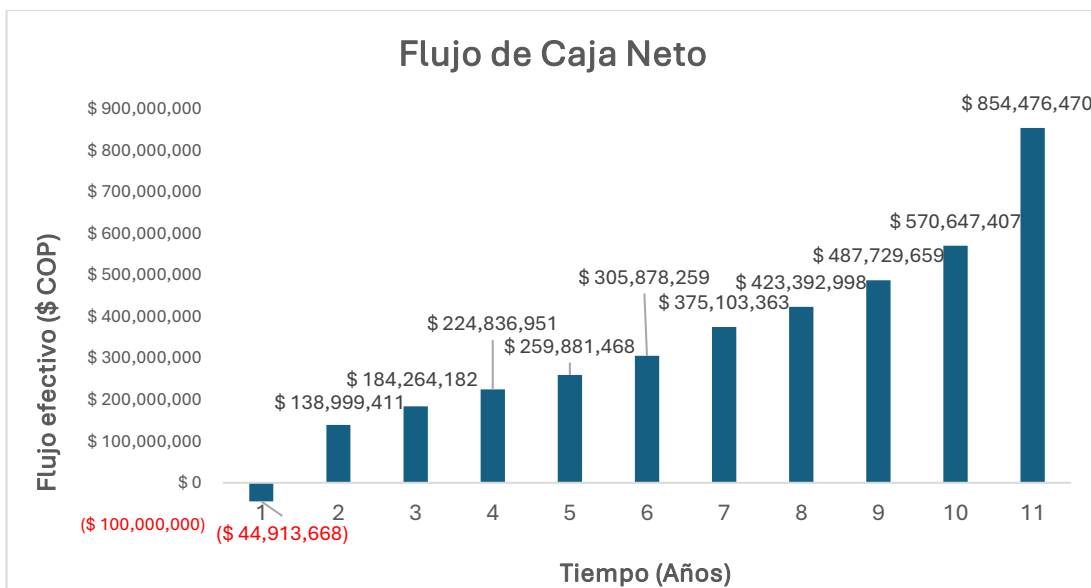


Figura 17
Flujo de caja neto
Fuente: Elaboración propia.



Figura 18
Flujo de caja neto con escenario poscovid
Fuente: Elaboración propia.

Indicadores financieros para la toma de decisiones

En términos de indicadores financieros, el proyecto entrega un valor presente neto (VPN) de 831,6 millones de COP , lo cual refleja que el proyecto genera excedentes significativos sobre el costo de capital exigido por los inversionistas, creando valor y aumentando la riqueza de los socios. Un VPN positivo, como el obtenido, constituye una condición suficiente para recomendar la ejecución del proyecto.

Adicionalmente, la TIR proyectada es de 338,5 %, muy por encima del WACC de 28 %. En términos aplicados, este resultado indica que la rentabilidad del proyecto es extremadamente superior al costo de capital, lo que garantiza que, aún bajo escenarios de incremento en los costos o la disminución de ingresos, el proyecto seguiría siendo financieramente atractivo. El período de recuperación de la inversión PRI se ubica en 1 año, y este hallazgo refleja una alta capacidad de generación temprana de caja y una rápida amortización del riesgo de inversión.

En conjunto, los tres indicadores principales validan la viabilidad financiera del proyecto en la etapa de prefactibilidad. Sin embargo, la magnitud de la TIR requiere un análisis crítico, y una tasa de retorno tan elevada se explica principalmente por la baja inversión inicial (CAPEX) frente al alto volumen de flujos de caja generados. Para complementar el análisis se realizan pruebas de sensibilidad que validen su consistencia.

El análisis de sensibilidad busca evaluar cómo cambia la viabilidad financiera del proyecto cuando varían las variables críticas de los flujos de caja. Este ejercicio permite determinar la robustez del proyecto frente a escenarios adversos y establecer umbrales de riesgo (Uribe, 2017). En este caso, se identificaron como variables críticas el volumen de ventas (servicios prestados) y los costos variables (directamente asociados al servicio), y se plantea un escenario combinado (variación simultánea de volumen y costos).

La metodología consistió en afectar la porción operativa del flujo de caja neto, manteniendo constantes las partidas no operativas (recuperación del capital de trabajo y el valor de desecho del décimo año). Se aplicaron variaciones de $\pm 10\%$ en cada variable. En la tabla 9 se aprecian los valores obtenidos de VPN, TIR y PRI según cada uno de los escenarios propuestos.

Tabla 9.
Análisis de sensibilidad
Fuente: Elaboración propia.

Variable	Escenario	VPN (COP)	Variación vs. base	TIR (%)	PRI (años)
Base		831 622 958		338,5	1
Volumen	-10 %	745 391 658	-10,40 %	307,2	1
	10 %	917 854 257	10,40 %	370,9	1
Costos variables	10 %	784 195 743	-5,70 %	321,3	1
	-10 %	879 050 173	5,70 %	355,7	1
Combinado	(-10 % y +10 %)	702 707 165	-15,50 %	291,8	1

El análisis de sensibilidad revela que un aumento del 10 % en la demanda refuerza aún más la creación de valor, incrementando el VPN y elevando la TIR. Adicionalmente, el impacto de los costos variables, aunque relevante, es menos fuerte que el del volumen; incluso con un aumento del 10 %, el VPN se mantiene muy alto y la TIR continúa más de diez veces por encima del WACC. Esto indica que, aunque el proyecto es más sensible ante el volumen de ventas que ante los costos variables, en ningún caso los cambios moderados ($\pm 10\%$) comprometen su viabilidad, ya que el VPN permanece siempre positivo, la TIR se mantiene muy superior al WACC y el PRI en un año refuerza la liquidez.

La combinación de los indicadores y la sensibilidad confirma que el proyecto no solo es rentable en las condiciones de base, sino que también sería robusto ante escenarios adversos, cumpliendo con las mejores prácticas de evaluación financiera (Uribe, 2017).

Estudio de riesgos

Si bien el riesgo puede estar asociado a un sinnúmero de factores, según Mejía (2024), el riesgo empresarial se define como la posibilidad de ocurrencia de cualquier evento (interno o externo) que pueda afectar a una empresa ocasionándole pérdidas. Por lo anterior, lo más adecuado es realizar la identificación de cada riesgo asociado al proyecto, calificar y determinar el tratamiento adecuado que mitigue las posibles pérdidas.

Identificación de riesgos

A continuación, se describe cada uno de los riesgos identificados en el marco del actual proyecto, definiendo la clasificación de los once riesgos y las consecuencias que suponen para la estabilidad operativa y el normal desarrollo de sus actividades en el lavadero ecológico a domicilio en la ciudad de Manizales.

Presión competitiva por precios bajos (riesgo de mercado): En la actualidad, la ciudad de Manizales cuenta con un número significativo de lavaderos informales que ofrecen precios de lavado convencional muy por debajo de los servicios ecológicos. Esta presión puede reducir la captación de clientes, obligar a recortar márgenes o, en el peor escenario, erosionar la viabilidad financiera.

Aparición de productos sustitutos de uso doméstico (riesgo de mercado): La oferta creciente de kits para el lavado “ecológico” o en seco para uso particular permite a los usuarios limpiar su vehículo en casa con una mínima intervención externa, especialmente si el costo de

ese kit es inferior al servicio profesional. Como resultado, la demanda de servicios a domicilio puede verse afectada.

Fluctuación de la tasa representativa del mercado (riesgo financiero): Muchos insumos de operación (productos de limpieza ecológicos, equipamiento especializado, repuestos tecnológicos) se importan o dependen de insumos indexados al dólar. Un alza en la TRM incrementa directamente los costos operativos y, si no se traslada al cliente por medio del mecanismo de alza del precio del servicio, se reducen los márgenes de rentabilidad.

Variaciones estacionales y del clima (riesgo operativo/comercial): Durante las temporadas prolongadas de lluvia en Manizales, la frecuencia del lavado disminuye porque los vehículos tienden a ensuciarse nuevamente en el corto plazo. Además, las lluvias dificultan la logística (movilidad, calidad del servicio, cancelaciones) y esto a su vez generaría paradas prolongadas de la operación.

Dificultades en relación con la confianza y la percepción de seguridad del cliente (riesgo reputacional/operativo): Ofrecer un servicio a domicilio implica acceder al vehículo en espacios privados (parqueaderos residenciales, cocheras, unidades cerradas). Es previsible que algunos usuarios expresen resistencia a permitir el ingreso de personal externo a sus instalaciones por motivos de seguridad, privacidad o cuidado de su predio. La desconfianza puede traducirse en el rechazo del servicio o la baja tasa de recomendaciones.

Incumplimiento de permisos y regulaciones ambientales (riesgo legal/ambiental): Para llevar a cabo un vertimiento de aguas residuales de manera legal, Wash and Go SAS debe obtener el permiso de vertimiento expedido por la autoridad ambiental competente (Corpocaldas, basándose en el Decreto 1076 de 2015 y la Ley 99 de 1993). Un descuido en los trámites, los controles insuficientes en el tratamiento de aguas o los vertimientos fuera de norma podrían acarrear sanciones, multas o la suspensión de las operaciones.

Fallas o deficiencias en la plataforma de IA (riesgo técnico): Las fallas en los algoritmos y los desajustes en los modelos predictivos pueden derivar en ineficiencias logísticas (aumento de los kilómetros recorridos, retrasos), y las caídas del servidor pueden afectar la experiencia de usuario en la disponibilidad 24/7.

Apertura de nuevos competidores en el mercado local (riesgo estratégico/comercial): El mercado del lavado de vehículos a domicilio está en crecimiento, lo que puede atraer a nuevos competidores, tanto formales como informales. Esta entrada puede saturar el mercado, reducir la participación de Wash and Go y generar una batalla de precios.

Fallas mecánicas en las motocicletas de la compañía (riesgo operativo): Un fallo mecánico en el medio de transporte de los agentes de limpieza —por ejemplo, averías en los frenos, problemas en la suspensión, pinchazos de neumático o fallos en el sistema de encendido— puede generar retrasos en la prestación de los servicios agendados, un incremento en los costos operativos y un impacto en la reputación.

Robo de maquinaria, equipos o vehículo del agente de limpieza (riesgo de seguridad/financiero): Cuando se sustrae cualquiera de estos elementos, el agente de limpieza no puede prestar el servicio, se generan cancelaciones o reprogramaciones, y la empresa debe asumir altos costos de reposición. Además, se interrumpe la planificación logística de rutas y turnos, se incrementan las primas de seguro y los agentes de limpieza pueden sentirse inseguros, lo que aumenta la rotación de personal.

Hurto de artículos de valor de los vehículos por parte de los agentes de limpieza (riesgo reputacional/legal): Aunque la selección de personal se encuentre enmarcada bajo un modelo de ética y dicho proceso sea llevado a cabo con el mayor estándar posible, cabe la posibilidad de que un colaborador presente conductas inapropiadas como sustraer objetos de valor (dinero en efectivo, celulares, dispositivos electrónicos, joyas) de un vehículo al cual se le

confía el lavado. Esta situación puede derivar en demandas legales individuales, daño a la reputación colectiva, costos de litigio y compensación.

Una vez se ha compartido un breve detalle de los posibles riesgos asociados a la operación o la naturaleza de los servicios ofrecidos por la compañía, se genera una matriz en la cual se relaciona cada riesgo con la probabilidad de ocurrencia y el impacto que pueden llegar a generar, tal como se observa en la tabla 10.

Tabla 10
Listado de riesgos identificados en la operación de Wash and Go
Fuente: Elaboración propia.

ID riesgo	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Clasificación
1	Presión competitiva por precios bajos	Mayor	Probable	Riesgo de mercado
2	Aparición de productos sustitutos de uso doméstico	Moderado	Raro	Riesgo de mercado
3	Fluctuación de la tasa representativa del mercado	Menor	Probable	Riesgo financiero
4	Variaciones estacionales y del clima	Moderado	Casi cierto	Riesgo operativo/comercial
5	Dificultades en relación con la confianza y percepción de seguridad del cliente	Mayor	Raro	Riesgo reputacional/operativo
6	Incumplimiento de permisos y regulaciones ambientales	Mayor	Remoto	Riesgo legal/ambiental
7	Fallas o deficiencias en la plataforma de IA	Moderado	Raro	Riesgo técnico
8	Apertura de nuevos competidores en el mercado local	Moderado	Probable	Riesgo estratégico/comercial
9	Fallos mecánicos en los vehículos de los agentes de limpieza	Moderado	Probable	Riesgo operativo

10	Robo de maquinaria, de equipos o del vehículo del agente de limpieza	Mayor	Remoto	Riesgo de seguridad/financiero
11	Hurto de artículos de valor de los vehículos por parte de los agentes de limpieza	Mayor	Raro	Riesgo reputacional/legal

Mapa de riesgos

Tomando como referencia el contenido de la tabla 10 y el ID de cada uno de los riesgos, se lleva a cabo la creación del mapa de riesgos que se aprecia en la tabla 11, en la cual se resaltan los riesgos de presión competitiva por precios bajos y las variaciones estacionales y del clima, como los riesgos de mayor certeza en la zona de calor del mapa.

No obstante, bajo el cruce de probabilidad de ocurrencia y magnitud de impacto, el riesgo 3 desemboca como el riesgo de menor relevancia y se explica por el hecho de que casi la totalidad de los gastos operativos no están indexados a una TRM dado que solo adquieren presencia en la moneda local (COP).

Tabla 11
Mapa de riesgos
Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad de ocurrencia	Casi cierto			4		
	Probable		3	8 - 9	1	
	Raro			2 - 7	5 - 11	
	Remoto				6 - 10	
	Improbable					
	Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Catastrófico	
	Magnitud del impacto					

Tratamiento de los riesgos

Por su parte, la gestión de los riesgos merece establecer acciones puntuales para su correcto tratamiento, y es por ello por lo que se designaron acciones preventivas y de contingencia para los riesgos de mayor valoración, tal como se evidencia en el contenido de la tabla 12.

Tabla 12
Tratamiento de riesgos
Fuente: Elaboración propia.

ID	Riesgo	Acción preventiva	Contingencia
1	Presión competitiva por precios bajos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo de campaña de lanzamiento con bonos de descuento en primeras lavadas ▪ Creación de esquema de referidos a través del código promocional para cada usuario, generando porcentajes de descuento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Replantear la estructura de costos con el fin de optimizar ▪ Sustitución de insumos a menor costo sin afectación a la calidad del servicio
4	Variaciones estacionales y del clima	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promociones en temporada de lluvias, incluyendo combos con servicios adicionales (encerado, limpieza interior u otros) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redireccionar a los agentes de limpieza hacia tareas de mantenimiento preventivo o correctivo en los equipos móviles (vehículo adaptado)
9	Fallos mecánicos en los vehículos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer un plan de mantenimiento preventivo de los vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acuerdo comercial con proveedor o taller local

	de los agentes de limpieza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitar de manera frecuente al personal en las generalidades de los equipos y el buen uso 	para servicios de reparación oportunos
11	Hurto de artículos de valor de los vehículos por parte de los agentes de limpieza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar un registro fotográfico del interior de los vehículos en presencia del propietario ▪ Brindar claridad en condiciones de prestación del servicio, especificando la no responsabilidad ante la pérdida de elementos de valor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compensación del posible usuario afectado a través de una nota crédito para futuras lavadas

Conclusiones

El análisis de prefactibilidad confirma la viabilidad integral del servicio (técnica, comercial y financiera): el VPN proyectado es de 831 622 958 COP y la TIR del 338,5 % (muy por encima del WACC estimado en 28 %), con un PRI \approx 1 año, lo que respalda la recuperación de la inversión y la rentabilidad en el mediano plazo.

Los elementos clave de la propuesta de valor están respaldados por la encuesta: 85 % de los encuestados (puntuaciones 4-5) expresó su alta disposición a probar los servicios ecológicos, y el 34,8 % mencionó expresamente el “uso responsable del agua” como un factor priorizado, lo que sustenta la ventaja competitiva ecológica.

El estudio sectorial y de mercado valida la oportunidad comercial: la mayoría aún usa lavaderos convencionales (\approx 84 % según la encuesta) y hay evidencia institucional y normativa que favorece los modelos sostenibles, lo que permite posicionar el servicio móvil como diferenciador frente a la oferta tradicional.

La definición de recursos y el dimensionamiento operativo son coherentes con la demanda proyectada: las proyecciones estiman \approx 34 661 lavados/año en el primer año, por lo que una flota inicial de 34 equipos (asumiendo \sim 1 000 lavados/equipo·año) permite atender la demanda prevista sin comprometer la calidad.

El diseño organizacional propuesto, estructurado en áreas de gerencia de operaciones, coordinación tecnológica (IA), servicio móvil y soporte al cliente, con roles definidos y mecanismos de rendición de cuentas, configura un esquema de gobierno corporativo ágil y transparente. Dicha estructura facilita la toma de decisiones, la alineación estratégica y el fortalecimiento de una cultura interna orientada hacia la innovación y la sostenibilidad.

La identificación del marco normativo (CIU 4520; Ley 99/1993; Decreto 1076/2015; Ley 1581/2012) aseguró el cumplimiento de los requisitos ambientales y de protección de datos, minimizando los riesgos legales y las sanciones, y fortaleciendo la legitimidad social y regulatoria del proyecto, al garantizar prácticas de lavado que respetan los estándares de vertimiento, la gestión de los residuos y la confidencialidad de la información de los clientes.

El estudio financiero y la evaluación de riesgos fueron validados con un análisis de sensibilidad ($\pm 10\%$ en volumen y costos), el VPN se mantiene positivo en todos los escenarios analizados y la TIR sigue ampliamente por encima del WACC, lo que ratifica la sostenibilidad económica y la atractividad frente a los inversionistas; además, se identificaron mitigaciones operativas concretas.

El estudio integral concluye que el proyecto es prefactible, dado que existen una demanda insatisfecha, segmentos intensivos y regulares, la relación frecuencia-intención de compra es estadísticamente significativa ($\chi^2 = 12,91$; $\alpha = 0,05$) y los resultados de sensibilidad financiera confirman la robustez del proyecto para avanzar hacia la fase de factibilidad.

Recomendaciones

- Mantener el precio de lanzamiento en 43 500 COP, que se ubica dentro de la franja aceptable para el público objetivo señalada en la encuesta (40 000-47 000 COP), y establecer un protocolo de monitoreo comercial para medir la elasticidad de la demanda por zona y por segmento.
- Ejecutar el desarrollo del algoritmo y del aplicativo en paralelo con el registro mercantil y la gestión del permiso de vertimiento (Corpocaldas), con la condición de tener una versión mínima viable (MVP) tecnológica antes del lanzamiento operativo, dado que se identifica la IA como elemento central para la propuesta de valor y que los requisitos regulatorios pueden retrasar la operativa.
- Teniendo en consideración que el costo de CAPEX que se prevé puede ser cubierto en su totalidad con aportes de recursos propios de los socios, es posible contemplar un plan de inversión apalancado por una entidad de financiamiento para rubros de *marketing*, estrategias comerciales y demás instrumentos que refuercen el incremento de los servicios esperado.
- El estudio de riesgos identifica las variaciones climáticas como uno de los riesgos operativos de mayor impacto, para lo cual se recomienda integrar pronósticos climáticos del IDEAM y WeatherSpark como apoyo en la planificación operativa, y diseñar campañas comerciales dirigidas a los periodos de mayor precipitación para mitigar la reducción de los servicios.

Referencias

- Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (s. f.). Estudio de impacto ambiental. ANLA. https://www.anla.gov.co/01_anla/tramites-y-servicios/servicios/estudio-de-impacto-ambiental.
- Aguilera, L. A., Lao, Y. O., Sánchez, I. R. y Ledesma, Z. M. (2021). Aproximación conceptual para la calidad en la etapa preinversión. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(94), 932-950. <https://doi.org/10.52080/rvgv26n94.24>.
- Alcaldía de Manizales (2024). *Plan de Desarrollo Municipal 2024-2027: Documento resumen*.
- Alcaldía de Manizales, Centro de Información. (2022). Quince mil viajes diarios en vehículos particulares en Manizales son de menos de cinco minutos. *Alcaldía de Manizales*. <https://centrodeinformacion.manizales.gov.co/cada-cinco-minutos-se-realizan-10-000-viajes-en-carro-y-5-000-en-moto-en-manizales/>.
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) y Federación Nacional de Comerciantes Empresarios (Fenalco). (2024). En 2024 se registraron 200 953 vehículos nuevos, un crecimiento acumulado del 7,9 % respecto al 2023. *ANDI*. <https://andi.com.co/Home/Noticia/17779-andi-y-fenalco-en-2024-se-registraron-2>.
- Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA). (20 de agosto del 2024). ¿Qué es la tasa de crecimiento anual compuesta o CAGR (Compound Annual Growth Rate)? *BBVA*. <https://www.bbva.com/es/economia-y-finanzas/que-es-la-tasa-de-crecimiento-anual-compuesta-o-cagr-compound-annual-growth-rate/>.
- Banco de la República (2024). *Informe de política monetaria*, (10). <https://doi.org/nq2q>.
- Bezak, E., Sharrad, K. J., Marcu, L. G., Stoeva, M., Lhotska, L., Barabino, G., Ibrahim, F., Lim, S., Kaldoudi, E., Marques da Silva, A. M., Tan, P. H., Tsapaki, V. y Frize, M. (2025). A

- gender breakdown of unexpected benefits generated by work from home in STEM fields: A qualitative analysis of the WiMPBME Task Group survey. *Physica Medica*, 130, 104897. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2025.104897>.
- Biswas, D., Alfandari, L. y Archetti, C. (2024). A Triple Bottom Line optimization model for assignment and routing of on-demand home services. *Computers & Operations Research*, 167, 106644. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106644>.
- Bogotá Detailing Center (s. f.). Protección cerámica. *Bogotá Detailing Center*. <https://bogotadetailingcenter.com/proteccion-ceramica/>.
- Caracol Radio (28 de diciembre del 2022). En 13 años, el parque automotor de Manizales casi se triplicó. *Caracol*. <https://caracol.com.co/2022/12/28/en-13-anos-el-parque-automotor-de-manizales-casi-se-triplico/>.
- Cámara de Comercio de Manizales por Caldas (CCMPC). (2025). <https://ccmpc.org.co/>.
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (s. f.). ¿Qué debes saber antes de crear una empresa? *Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia*. <https://www.camaramedellin.com.co/quiero-crear-mi-empresa-o-negocio/que-debes-saber-antes-de-crear-empresa>.
- Castrillón, S. y Clavijo, A. (2022). *Estudio de viabilidad para la creación de una empresa de lavado de vehículos en Medellín con enfoque de economía circular 2021-2022*. [Trabajo de grado]. Universidad de Antioquia.
- Chen, Y. y Prentice, C. (2024). *Integrating artificial intelligence and customer experience*. Xi'an International Studies University & University of Southern Queensland.

- Cho, Y. y Daim, T. (2016). OLED TV technology forecasting using technology mining and the Fisher-Pry diffusion model. *Foresight*, 18(2), 117-137. <https://doi.org/10.1108/FS-08-2015-0043>.
- Chou, Y.-C., Chuang, H. H.-C. y Shao, B. B. M. (2014). The impacts of information technology on total factor productivity: A look at externalities and innovations. *International Journal of Production Economics*, 158, 290-299. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.08.003>.
- Cochran, W. G. (1990). *Técnicas de muestreo* (2.^a ed.). Compañía Editorial Continental.
- Congreso de Colombia (1993). Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial*, (41.146).
- Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). (2023). Guía para el trámite de permisos de vertimiento. *Corpocaldas*. <http://www.corpocaldas.gov.co>.
- Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). (20 de junio del 2024). Monitoreo ambiental. *Corpocaldas*. https://www.corpocaldas.gov.co/Corpocaldas/Contenido/?pag_Id=2315.
- Crawford, P. y Bryce, P. (2003). Project monitoring and evaluation: A method for enhancing the efficiency and effectiveness of aid project implementation. *International Journal of Project Management*, 21(4), 363-373. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00060-1).
- Cuevas, F. y Cristiani, N. (4 de junio del 2025). Al día con América Latina. *J. P. Morgan Private Bank*. <https://privatebank.jpmorgan.com/latam/es/insights/markets-and-investing/el-pulso-de-america-latina/al-dia-con-america-latina>.

Data Bridge Market Research (s. f.). Global car wash market: Industry trends and forecast to 2030. *Data Bridge Market Research*.

<https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-car-wash-market>

Deisenroth, M. P., Faisal, A. A. y Ong, C. S. (2020). *Mathematics for machine learning*. Cambridge University Press. <https://mml-book.com>.

Departamento Nacional de Planeación (s. f.). *Metodología General Ajustada (MGA)*. Gobierno de Colombia. https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/subdireccion-general-inversiones-seguimiento-evaluacion/direccion-proyectos-informacion-para-inversion-publica/Paginas/metodologia-general-ajustada-mga.aspx.

Departamento Nacional de Planeación (2023). *Metodología General Ajustada para la formulación de proyectos de inversión pública en Colombia (Versión 2.0)*. Dirección de Proyectos e Información para la Inversión Pública.

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2016). *Decreto 1625 de 2016. Compilación normativa en materia tributaria*. https://www.dian.gov.co/normatividad/Decretos/Decreto_1625_2016.pdf.

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2023a). *Régimen simple de tributación (RST) 2023*. <https://www.dian.gov.co/impuestos/Regimen-Simple-de-Tributacion-RST/Documents/RST-2023.pdf>.

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2023b). Resolución 000165 de 1 de noviembre de 2023. <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%20000165%20de%2001-11-2023.pdf>.

- Federación Nacional de Comerciantes Empresarios (Fenalco). (2024). *Informe del sector automotor a diciembre 2024*. Fenalco. <https://www.fenalco.com.co/blog/gremial-4/informe-del-sector-automotor-a-diciembre-2024-7754>.
- Federación Nacional de Comerciantes Empresarios (Fenalco) y Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). (2025). *Informe del sector automotor a enero 2025*. <https://drive.google.com/file/d/1p9WDOeHk6XxTEjoJeYyTQeBIE9vQu4Vf/view>.
- Fernández, J. M. (1989). *Planificación de proyectos orientada a objetivos: El método ZOPP*. Universidad Complutense de Madrid.
- Firmansyah, I., Santoso, A. D., Nuha, N., Sahwan, F. L., Suryanto, F. y Wahyono, S. (2025). Environmental impact of car wash services by performing life cycle perspective. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 11(1), 261-276. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2025.01.16>.
- Flórez, C. A., Martínez, L. V. y Silva, O. A. (2018). *Plan de negocios para la creación de un lavadero de vehículos portable con sistema a vapor para la ciudad de Villavicencio, Meta (Etapa 1)*. Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Económicas, Especialización en Gestión de Proyectos.
- Florián, M. S., González, P. M., Hernández, L. E., Carmona, H. D. y Zapata, S. (2020). *Empresa de lavado ecológico a domicilio de vehículos "Lavado Ecológico Zona 10"*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
- Franco, D. C. y Arango, J. D. (2021). *Modelo de negocio para la creación de un lavadero de carros a domicilio, que ofrezca un servicio innovador, para la ciudad de Medellín*. [Trabajo de grado]. Universidad EAFIT.

- García, J. A. (2015). El estudio de factibilidad: una herramienta de decisión empresarial. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 26(39), 55-68.
- García, R. A. y López, P. M. (2020). Impacto ambiental de los centros de lavado de automóviles en zonas urbanas. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 12(3), 45-60. <https://doi.org/10.1234/ria.2020.003>.
- Google Maps (2025). Mapa interactivo de la ciudad de Manizales. *Google Maps*. <https://www.google.com/maps>.
- Hänsch, F., Gomes, M. G. y Cauchick, P. A. (2013). Product-service systems: A literature review on integrated products and services. *Journal of Cleaner Production*, 47, 222-231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.028>.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2024). *Reporte climatológico anual de Manizales*. <https://www.ideam.gov.co>.
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). *ISO 14001:2015 Environmental management systems: Requirements with guidance for use*. <https://www.iso.org/standard/60857.html>.
- Jaramillo, S. y Orozco, C. (2019). *Marketing digital aplicado a servicios de mantenimiento automotriz*. Editorial Universidad de Caldas.
- Jiménez, H. (2022). Análisis financiero en proyectos de emprendimiento. *Revista Colombiana de Administración*, 18(2), 77-91. <https://doi.org/10.11144/rca.18.2.afpe>.
- Kotler, P. y Keller, K. L. (2016). *Dirección de marketing* (15.ª ed.). Pearson Educación.
- Mejía, R. C. (2024). *Administración de riesgos. Un enfoque empresarial* (2.ª ed.). Editorial EAFIT.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (25 de octubre del 2010). Resolución 2086 de 2010. *Diario Oficial*.

https://www.anla.gov.co/documentos/normativa/resoluciones/resolucion_2086_25octubre2010.pdf.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (17 de marzo del 2015). Resolución 0631 de 2015. *Diario Oficial*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2023). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. <https://www.minambiente.gov.co>.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2023). *Guía para la creación de empresas en Colombia*. <https://www.mincit.gov.co>.

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (30 de enero del 2024). Decreto 0045 de 2024. *Diario Oficial*.

https://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/5_DECRETOS/DECRETOS%202024/Decreto%2045%20de%202024.pdf.

Ministerio de Transporte (2024). *Estadísticas del parque automotor colombiano 2024*. <https://www.mintransporte.gov.co>.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Ambiente (8 de junio del 2017). Resolución 0330 de 2017. <https://minvivienda.gov.co/normativa/resolucion-0330-2017-0>.

Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Wiley.

Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78-93.

Procolombia (2024). *Guía de inversión en Colombia*. <https://www.procolombia.co>.

República de Colombia (1971). Decreto 410 de 1971 (Código de Comercio). *Diario Oficial*.
<https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos%2F1833376>.

República de Colombia (18 de diciembre de 1974). Decreto 2811 de 1974. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. *Diario Oficial*.
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>.

República de Colombia (21 de julio del 2009). Ley 1333 de 2009.
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1333-2009.pdf>.

República de Colombia (11 de julio del 2014). Ley 1727 de 2014. *Diario Oficial*. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes%2F1687318>.

República de Colombia (11 de octubre del 2016). Decreto 1625 de 2016. Decreto único reglamentario en materia tributaria. *Diario Oficial*. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos%2F30030361>.

República de Colombia (22 de diciembre del 2020). Decreto 1742 de 2020.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=153986>.

República de Colombia (29 de julio del 2021). Ley 2111 de 2021. *Diario Oficial*. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes%2F30042065>.

República de Colombia (s. f.). Decreto 1625 de 2016. (Véase Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, DIAN, 2016).
https://www.dian.gov.co/normatividad/Decretos/Decreto_1625_2016.pdf.

República de Colombia (s. f.). Decreto 0045 de 2024. (Véase Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2024).

https://sidn.ramajudicial.gov.co/SIDN/NORMATIVA/TEXTOS_COMPLETOS/5_DECRETOS/DECRETOS%202024/Decreto%2045%20de%202024.pdf.

Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). (2023). Registro Único Empresarial y Social (RUES). *SIC*. <https://www.sic.gov.co>.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2024). *Informe nacional de agua potable y saneamiento básico*. <https://www.superservicios.gov.co>.

Universidad Nacional de Colombia (2022). *Manual de emprendimiento: De la idea al negocio*. Editorial UN.

WeatherSpark (2024). Clima promedio en Manizales. *WeatherSpark*. <https://weatherspark.com>.

Uribe, H. (2017). *Costos para la toma de decisiones*. Ecoe Ediciones.